



TUGAS AKHIR-RC14-1501

**ANALISIS PONDASI KONVENSIONAL DAN
PONDASI *ELEVATED* TANGKI *REFRIGERATED LPG*
PT PERTAMINA TANJUNG SEKONG DARI SEGI
BIAYA DAN WAKTU**

SRY RASHIDA SOFYAN

NRP.3113 100 139

Dosen Pembimbing

Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT-RC14-1501

**TIME AND COST ANALYSIS OF REFRIGERATED
LPG TANK PT PERTAMINA WITH
CONVENTIONAL FOUNDATION AND ELEVATED
FOUNDATION AT TANJUNG SEKONG**

SRY RASHIDA SOFYAN

NRP.3113 100 139

Supervisor

Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Faculty of Civil Engineering and Planning

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

**ANALISIS PONDASI KONVENSIONAL DAN
PONDASI *ELEVATED* TANGKI *REFRIGERATED* LPG
PT PERTAMINA TANJUNG SEKONG
DARI SEGI BIAYA DAN WAKTU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SRY RASHIDA SOFYAN

NRP. 3113 100 139

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT



SURABAYA

JULI 2017

**ANALISIS PONDASI KONVENSIONAL DAN
PONDASI *ELEVATED* TANGKI *REFRIGERATED* LPG
PT PERTAMINA TANJUNG SEKONG
DARI SEGI BIAYA DAN WAKTU**

Nama Mahasiswa : Sry Rashida Sofyan

NRP : 3113100139

Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS

Dosen Pembimbing: Cahyono Bintang Nurcahyo , ST., MT.

Abstrak

Pada proses pembangunan terminal tangki LPG, material konstruksi dan jenis pondasi pada tangki harus direncanakan untuk dapat menahan kondisi temperatur pada saat operasional normal dan keadaan darurat. Salah satu metode untuk menjaga fungsi pondasi adalah dengan memanfaatkan tambahan pemanas pada pondasi (wire heater) untuk membantu mencegah pembekuan lapisan tanah terjadi saat di bawah kondisi operasional normal. Pondasi dengan tambahan pemanas ini dikenal sebagai jenis pondasi konvensional. Terdapat alternatif jenis pondasi lain yang dapat digunakan pada bangunan tangki refrigerated LPG yaitu pondasi tanpa menggunakan pemanas, karena panas didapatkan dari celah udara antara bagian bawah tangki dan tanah, sehingga disebut sebagai jenis pondasi elevated. Struktur jenis pondasi tersebut mempunyai perbedaan desain dan metode konstruksi yang berpengaruh terhadap biaya dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pekerjaan tangki dengan pondasi konvensional dan tangki dengan pondasi elevated dari segi biaya dan waktu. Proyek yang dijadikan obyek penelitian adalah Pembangunan Terminal Liquefied Petroleum Gas Refrigerated Tanjung Sekong di Merak Mas Banten.

Untuk kedua jenis pondasi tersebut dilakukan studi pustaka dan pengumpulan data, analisis metode pelaksanaan, perhitungan kebutuhan material dan alat, analisis produktivitas dan durasi pekerjaan, serta analisis perhitungan biaya.

Hasil penelitian ini adalah, tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 946 hari dengan biaya sebesar Rp415.999.911.484,00 dan tangki dengan pondasi elevated membutuhkan waktu pelaksanaan selama 734 hari dengan biaya sebesar Rp406.231.085.649,00.

Kata Kunci—biaya, pondasi elevated, konvensional, pondasi, waktu

TIME AND COST ANALYSIS OF REFRIGERATED LPG TANK PT PERTAMINA WITH CONVENTIONAL FOUNDATION AND ELEVATED FOUNDATION AT TANJUNG SEKONG

Student Name : Sry Rashida Sofyan
NRP : 3113100139
Department : Teknik Sipil FTSP-ITS
Supervisor : Cahyono Bintang Nurcahyo , ST., MT.

Abstract

In LPG tank terminal construction, materials and foundation types are important in planning and designing so that the constructed tank can operating well in either normal or emergency enviroment. Using wire heater to prevent base slab from frosting is one of the method that can be use to maintain the operational condition. Tank with wire heater in its slab will be known as conventional foundation. There is other method to prevent tank base slab from frosting by elevating the tank from the ground and exposing the tank foundation so it is possible for air to flow underneath it, this type of foundation known well as elevated foundation. These differences will make the duration of the project and the construction method varies. This final project will analyse the cost and time of the construction from tank with conventional foundation and tank with elevated foundation.

Construction of PT Pertamina LPG tank terminal at Tanjung Sekong is the placed for this analysis. The analysis consist of case study, collecting datas, analyse the construction method, analyse the materials and instruments needed, productivity analysis, and cost and time analysis. All technical drawings are from contractor.

From the analysis that made it is known that tank with conventional foundation costs Rp415.999.911.484,00 and takes 946 days to complete while tank with elevated foundation costs Rp406.231.085.649,00 and takes 734 days to complete.

Keywords—cost, conventional, elevated foundation, foundation, time

KATA PENGANTAR

Karena tiap awal pasti ada akhir. Pada bagian ini penulis bersyukur atas terselesaikannya laporan tugas akhir “Analisis Pondasi Konvensional dan Pondasi *Elevated* Tangki *Refrigerated* LPG Pt Pertamina Tanjung Sekong dari Segi Biaya dan Waktu”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Terima kasih kepada Bapak Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan membagi ilmunya kepada penulis. Terima kasih kepada kedua orang tua yang sudah mempercayai penulis. Terima kasih kepada sanak saudara yang sudah memacu untuk segera menyelesaikan tahapan pendidikan ini. Terima kasih kepada yang telah datang dan pergi atas pelajarannya. Terima kasih kepada para pengajar yang pernah berbagi ilmu dan percaya pada kemampuan penulis. Terima kasih kepada teman-teman yang sudah mau berbagi ilmu dan dorongan. Terima kasih kepada alam semesta dan isinya atas keberadaan para manusia lainnya disekitar penulis yang kehadirannya telah memberikan dampak, every single one of you matters to me.

Terima kasih tidak ada akhirnya, kata hanya kata, tindakan lebih nyata. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mereka yang membaca. Sempurna tentu tidak, diperbaiki lebih baik, agar berguna kelak.

Surabaya Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Analisis Waktu	5
2.1.1 Waktu dan Durasi Pekerjaan	5
2.1.2 Penjadwalan	5
2.1.3 Diagram Balok	6
2.1.4 Aktivitas Jaringan Proyek	6
2.1.4.1 Activity-on-the-Node (AoN)	7
2.1.4.2 Activity-on-the-Arc (AoA)	7
2.1.5 Hubungan Antar Aktivitas	8
2.1.6 Jalur Kritis	9
2.2 Analisis Biaya	10

2.2.1	Volume Pekerjaan.....	11
2.2.2	Harga Satuan Pekerjaan.....	11
2.2.3	Biaya Langsung	11
2.3	Tangki	12
2.3.1	<i>Single Contaiment Tank</i>	12
2.3.2	<i>Double Wall Refrigerated Tank</i>	13
2.3.3	<i>Full Containment Tank</i>	14
2.4	Pondasi.....	15
2.5	Pondasi Tangki LPG	16
2.5.1	Pondasi Konvensional	16
2.5.2	Pondasi <i>Elevated</i>	18
2.5.3	Metode Konstruksi Tangki dengan Pondasi <i>Elevated</i> 19	
2.5.4	Metode Konstruksi Tangki dengan Pondasi Konvensional	25
BAB III METODOLOGI		27
3.1	Konsep Penelitian	27
3.2	Pengumpulan Data	28
3.2.1	Data Primer.....	28
3.2.2	Data Sekunder.....	29
3.3	Analisis Data	29
3.3.1	Analisis Metode Pelaksanaan	29
3.3.2	Analisis Waktu Pelaksanaan.....	29
3.3.3	Analisis Biaya Pelaksanaan	30
3.4	Kesimpulan dan Saran	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data Proyek.....	33
4.2 Metode Konstruksi Pondasi Elevated	35
4.2.1 Metode Konstruksi Pondasi Konvensional.....	40
4.3 Analisis Biaya	45
4.3.1 Perhitungan Volume Tangki dengan Pondasi Elevated	45
4.3.2 Perhitungan Volume Tangki dengan Pondasi Konvensional	52
4.3.3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).....	55
4.3.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	62
4.4 Analisis Waktu.....	67
4.4.1 Waktu Pelaksanaan Konstruksi Tangki dengan Pondasi <i>Elevated</i>	68
4.4.2 Waktu Pelaksanaan Konstruksi Tangki dengan Pondasi Konvensional	81
4.5 Sequencing.....	93
4.6 Penjadwalan	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1 Kesimpulan	97
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ilustrasi <i>Refrigerated Tank</i>	2
Gambar 2.1 Contoh Hubungan Kegiatan dalam Format <i>Activity-on-the-Node</i>	7
Gambar 2.2 Contoh Hubungan Kegiatan dalam Format <i>Activity-on-the-Arc</i>	8
Gambar 2.3 Empat Jenis Hubungan antara Aktivitas 1 dan 2	9
Gambar 2.4 Contoh Jaringan Proyek dengan Jalur Kritis sama dengan 22 Periode Waktu.....	10
Gambar 2.5 Ilustrasi <i>Single Containment Tank</i>	13
Gambar 2.6 Ilustrasi <i>Double Wall Refrigerated Tank</i>	14
Gambar 2.7 Ilustrasi <i>Full Containment Tank</i>	14
Gambar 2.8 Ilustrasi Tangki LPG dengan Pondasi Konvensional	17
Gambar 2.9 Dasar Tangki dengan Sistem Pemanas	17
Gambar 2.10 Ilustrasi Tangki dengan Pondasi <i>Elevated</i>	18
Gambar 2.11 Dasar Tangki LPG Pondasi <i>Elevated</i>	18
Gambar 2.12 Ilustrasi Proses Pemancangan	20
Gambar 2.13 Roof Structure Installation.....	21
Gambar 2.14 Roof Air Raising.....	22
Gambar 2.15 Outer Bottom Installation.....	22
Gambar 2.16 Instalasi Bottom Instalation dan Inner Bottom Plate	23
Gambar 2.17 Instalasi Inner Shell Plate.....	24
Gambar 2.18 Letak Pemanas Pada Bottom Slab Pondasi Konvensional.....	26
Gambar 3.1 Tahapan Studi Analisis	28
Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pembangunan Terminal LPG	34
Gambar 4.2 Dokumentasi Pekerjaan Pondasi Tangki T-201	34
Gambar 4.3 Dokumentasi Pekerjaan Pondasi Tangki T-301	35
Gambar 4.4 Proses Pemancangan Bagian ke-1 Pondasi Elevated T-201	36

Gambar 4.5 Proses Pemancangan Bagian ke-2 Pondasi Elevated T-201	37
Gambar 4.6 Proses Pemancangan Bagian ke-3 Pondasi Elevated T-201	37
Gambar 4.7 Alur Pemancangan Pondasi Elevated T-201	38
Gambar 4.8 Pemancangan Pondasi T-301 Elevated	39
Gambar 4.9 Proses Pemancangan Bagian ke-1 Pondasi Konvensional T-201	41
Gambar 4.10 Proses Pemancangan Bagian ke-2 Pondasi Konvensional T-201	42
Gambar 4.11 Proses Pemancangan Bagian ke-3 Pondasi Konvensional T-201	42
Gambar 4.12 Alur Pemancangan Pondasi Konvensional T-201	43
Gambar 4.13 Pemancangan Pondasi Konvensional Tangki T-301	44
Gambar 4.14 Dokumentasi Pekerjaan Bottom Slab di Lapangan	46
Gambar 4.15 Penulangan bottom slab T-201	46
Gambar 4.16 Penulangan bottom slab T-301	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jumlah Tiang Pancang T-201 Elevated	38
Tabel 4.2 Jumlah Tiang Pancang T-301 Elevated	40
Tabel 4.3 Jumlah Tiang Pancang Konvensional T-201	43
Tabel 4.4 Jumlah Tiang Pancang Konvensional T-301	44
Tabel 4.5 Perhitungan Koefisien AHS Pemancangan	55
Tabel 4.6 AHS Pemancangan Tiang.....	58
Tabel 4.7 AHS Tangki dengan Pondasi Elevated.....	60
Tabel 4.8 AHS Tangki dengan Pondasi Konvensional.....	61
Tabel 4.9 Rencana Anggaran Biaya Tangki Pondasi Elevated..	62
Tabel 4.10 Rencana Anggaran Biaya Tangki Pondasi Konvensional.....	65
Tabel 4.11 Durasi Pemancangan Tiang T-201 <i>Elevated</i>	69
Tabel 4.12 Durasi Penyambungan Tiang T-201 <i>Elevated</i>	70
Tabel 4.13 Durasi Pemotongan Tiang T-201 <i>Elevated</i>	71
Tabel 4.14 Durasi Pemancangan Tiang T-301 <i>Elevated</i>	75
Tabel 4.15 Durasi Penyambungan Tiang T-301 <i>Elevated</i>	76
Tabel 4.16 Durasi Pemotongan Tiang T-301 <i>Elevated</i>	77
Tabel 4.17 Durasi Pekerjaan Tangki T-201 pada Pondasi Elevated.....	79
Tabel 4.18 Durasi Pekerjaan Tangki T-301 pada Pondasi Elevated.....	80
Tabel 4.19 Durasi Pemancangan Tiang T-201 Konvensional	82
Tabel 4.20 Durasi Penyambungan Tiang T-201 Konvensional..	83
Tabel 4.21 Durasi Pemotongan Tiang T-201 Konvensional	84
Tabel 4.22 Durasi Pemancangan Tiang T-301 Konvensional	87
Tabel 4.23 Durasi Penyambungan Tiang T-301 Konvensional..	89
Tabel 4.24 Durasi Pemotongan Tiang T-301 Konvensional	90
Tabel 4.25 Durasi Pekerjaan Tangki T-201 pada Pondasi Konvensional.....	92
Tabel 4.26 Durasi Pekerjaan Tangki T-301 pada Pondasi Konvensional.....	93

Tabel 4.27 Hasil Sequencing Tangki dengan Pondasi Elevated.	94
Tabel 4.28 Hasil Sequencing Tangki dengan Pondasi Konvensional.....	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di tengah gencarnya program pemerintah mengenai konversi energi, maka sumber energi alternatif menjadi pilihan yang tidak terelakkan. Berkaitan dengan hal tersebut, pemerintah telah menargetkan dalam tiga sampai empat tahun ke depan setidaknya 80% konsumsi minyak tanah dapat dialihkan ke *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*. Berdasarkan Hadi (2012), PT Pertamina memproduksi 1003 *million standard cubic feet of gas per day (MMSCFD)* dari total 2524 *MMSCFD* produksi domestik *LPG* Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan dan impor akan *LPG* yang terus meningkat tiap tahunnya, PT Pertamina berencana membangun tangki *LPG* baru di Tanjung Sekong.

Dibutuhkan perencanaan khusus untuk konstruksi tangki *LPG* PT Pertamina di Tanjung Sekong ini dikarenakan tangki *LPG* yang nantinya digunakan untuk tempat penyimpanan *LPG* adalah jenis *refrigerated tank*. *Refrigerated tank* digunakan untuk menyimpan gas cair dengan suhu rendah untuk mencegah kehilangan dari gas yang menguap. Dimensi tipikal dari *refrigerated tank* berkapasitas dari 80.000m³ hingga sekitar 1.600.000m³ (0,5 sampai 1 juta barrel). *Refrigerated tank* memberikan isolasi, tahan api, perlindungan dari angin, dan penghalang uap. Ilustrasi dari tangki *refrigerated LPG* ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Ilustrasi *Refrigerated Tank*
(Sumber: PT Pertamina 2016)

Perencanaan pondasi pada bangunan tangki ini adalah salah satu aspek yang penting agar nantinya tangki yang ada dapat berfungsi secara optimal. Pada proyek pembangunan tangki *refrigerated LPG* PT Pertamina di Tanjung Sekong ini, material untuk pondasi yang digunakan adalah tiang pancang. Pada perencanaan pondasinya terdapat dua jenis perencanaan, yaitu perencanaan untuk pondasi konvensional dan pondasi *elevated*. Untuk perencanaan pondasi konvensional, pada tangki digunakan tambahan pemanas, sedangkan untuk perencanaan pondasi *elevated* tidak perlu digunakan tambahan pemanas karena panas didapatkan dari udara yang masuk di bawah tangki.

Data dan analisis yang digunakan pada perencanaan tangki dengan pondasi *elevated* tentunya berbeda dengan perencanaan tangki dengan pondasi konvensional. Selain perbedaan perencanaan, ditinjau dari segi biaya dan waktu kedua jenis pondasi tersebut tentu akan berbeda. Hal tersebut disebabkan jumlah sumber daya dan jenis peralatan yang digunakan dalam kedua jenis pondasi tersebut berbeda.

Dengan adanya dua jenis perencanaan pondasi yang digunakan pada proyek ini, perlu dilakukan studi analisis tangki dengan pondasi konvensional dengan tangki dengan pondasi

elevated dari segi biaya dan waktu, sehingga dapat disimpulkan jenis pondasi mana yang paling menguntungkan untuk digunakan dalam pembangunan tangki *refrigerated LPG* PT Pertamina di Tanjung Sekong. Oleh karena itu, tugas akhir ini bermaksud untuk menganalisis tangki dengan pondasi konvensional dan tangki dengan pondasi *elevated* tersebut dari segi waktu dan biaya. Biaya dan waktu yang dihitung adalah biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG*.

1.2 Permasalahan

Dalam tugas akhir ini masalah yang akan dilihat terkait dengan studi analisis pondasi konvensional dengan pondasi *elevated* ditinjau dari segi biaya dan waktu pada kilang LPG Tanjung Sekong adalah sebagai berikut:

1. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi konvensional dan tangki *refrigerated* dengan pondasi *elevated* pada tangki LPG Tanjung Sekong?
2. Berapa waktu yang dibutuhkan untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi konvensional dan tangki *refrigerated* dengan pondasi *elevated* pada tangki LPG Tanjung Sekong?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam penulisan tugas akhir studi analisis jenis pondasi konvensional dengan jenis pondasi *elevated* ditinjau dari segi biaya dan waktu pada kilang LPG Tanjung Sekong adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi konvensional dan tangki *refrigerated* dengan pondasi *elevated* pada tangki LPG Tanjung Sekong

2. Untuk menganalisis waktu yang dibutuhkan untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi konvensional dan tangki *refrigerated* dengan pondasi *elevated* pada tangki LPG Tanjung Sekong

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis dilakukan pada proyek pembangunan tangki *refrigerated LPG* PT Pertamina di Tanjung Sekong.
2. Perencanaan struktur pondasi berdasarkan hasil data perencanaan dari kontraktor.
3. Analisis dikhususkan hanya pada segi biaya dan waktu untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi konvensional dan tangki *refrigerated* dengan pondasi *elevated*.
4. Tidak meninjau proses fabrikasi tiang pancang dan mobilisasi alat dan bahan.
5. Biaya yang dihitung hanya biaya langsung.
6. Tidak menghitung nilai uang terhadap waktu.

1.5 Manfaat

Tugas akhir studi analisis jenis pondasi biasa dengan jenis pondasi *elevated* ditinjau dari biaya dan waktu pada kilang *LPG* Tanjung Sekong diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan mengenai pondasi konvensional dan pondasi *elevated* pada pembangunan tangki *refrigerated LPG* dari segi biaya dan waktu.
2. Memberikan masukan bagi penelitian lanjutan di bidang manajemen konstruksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Waktu

Agar suatu pekerjaan konstruksi dapat berjalan lancar secara efektif, maka diperlukan pengaturan waktu dan penjadwalan dalam kegiatan-kegiatan yang terlibat didalamnya. Sehubungan dengan ini maka pihak pelaksana dari suatu pekerjaan konstruksi membuat suatu jadwal waktu pelaksanaan.

2.1.1 Waktu dan Durasi Pekerjaan

Menentukan durasi kegiatan biasanya didasarkan pada volume pekerjaan dan produktivitas pekerjaan atau alat dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Untuk mendapatkan produktivitas pekerja biasanya didapat dengan cara membagi koefisien pekerja yang terdapat dalam analisa harga satuan dengan volume pekerjaan. Sedangkan untuk mencari produktivitas alat mempunyai produktivitas tersendiri sesuai dengan jenis alat berat tersebut.

2.1.2 Penjadwalan

Penjadwalan dapat didefinisikan sebagai tindakan membuat jadwal untuk memberikan awal dan akhir untuk setiap kegiatan proyek, mengambil hubungan antar aktivitas, kendala sumber daya dan hal proyek spesifik lainnya untuk diperhitungkan dan bertujuan mencapai sebuah tujuan penjadwalan tertentu.

Pembuatan penjadwalan biasanya sering memakan waktu dan tugas yang rumit. Namun, peran penting penjadwalan dalam penjadwalan analisis risiko dan dalam tahap pengendalian proyek tidak dapat diabaikan. Umumnya penjadwalan memiliki kegunaan sebagai titik referensi dalam siklus hidup proyek karenanya jadwal proyek harus dianggap sebagai model prediksi yang dapat digunakan untuk perhitungan efisiensi sumber daya, waktu, dan

analisis risiko biaya, pelacakan pekerjaan proyek dan pengukuran kinerja, dan sebagiannya (Vanhoucke, 2016).

2.1.3 Diagram Balok

Dalam proyek konstruksi, metode penjadwalan yang sering digunakan adalah diagram balok. Diagram balok adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas tersebut disusun berdasarkan urutan pekerjaannya (Irika dan Lenggogeni 2013). Penggunaan diagram balok lebih jauh digunakan sebagai alat kontrol waktu dan biaya yang ditunjukkan dalam kurva S. kelemahan diagram balok ini adalah kurang dapat menjelaskan keterkaitan antara kegiatan yang satu dengan yang lainnya, misalnya kegiatan pondasi terjadi perubahan atau terlambat. Perubahan yang terjadi tersebut tidak terlihat secara langsung mempengaruhi kegiatan lainnya, hal tersebut disebabkan tidak jelasnya hubungan antar kegiatan.

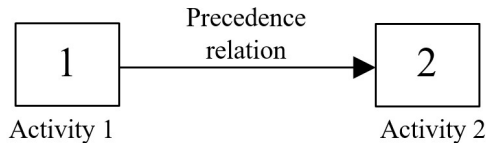
2.1.4 Aktivitas Jaringan Proyek

Menurut Vanhoucke (2016) sebuah jaringan proyek terdiri dari satu set node dan anak panah. Sebuah proyek memiliki kegiatan dan hubungan terdahulu untuk memodelkan hubungan teknologi antara pasangan kegiatan. Sebuah jaringan proyek dapat dipresentasikan dalam dua format sebagai berikut:

- *Activity-on-the-node*: Aktivitas diwakili oleh node dan hubungan terdahulu oleh anak panah.
- *Activity-on-the-arc*: Aktivitas diwakili oleh anak panah dan hubungan terdahulu secara implisit terdapat dalam node jaringan.

2.1.4.1 Activity-on-the-Node (AoN)

Dalam format jaringan *activity-on-the-node*, aktivitas proyek diwakili oleh node dan hubungan terdahulu oleh anak panah antara node. Gambar 2.1 menampilkan sebuah hubungan antara dua aktivitas dalam format *activity-on-the-node*. Diketahui bahwa aktivitas 2 adalah penerus dari aktivitas 1 dan aktivitas 1 adalah pendahulu dari aktivitas 2. Format jaringan proyek ini adalah format standar dalam banyak perangkat lunak komersial proyek manajemen seperti *Microsoft Project*, *Primavera*, *ProTrack*, dan banyak lainnya. Format ini mudah digunakan dalam kombinasi dengan berbagai jenis hubungan terdahulu (*start-start*, *Start-finish*, *finish-start*, dan hubungan *finish-finish*) (Vanhoucke, 2016).



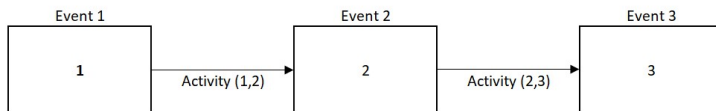
Gambar 2.1 Contoh Hubungan Kegiatan dalam Format *Activity-on-the-Node*

(Sumber: Vanhoucke 2016)

2.1.4.2 Activity-on-the-Arc (AoA)

Menurut Vanhoucke (2016) Dalam format jaringan *activity-on-the-arc*, aktivitas proyek diwakili oleh anak panah, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2 node adalah peristiwa yang menunjukkan awal dan/atau akhir dari serangkaian aktivitas proyek dan secara implisit memodelkan hubungan pendahulu antara node. Diketahui bahwa aktivitas (2,3) adalah penerus dari aktivitas (1,2) dan aktivitas (1,2) adalah pendahulu dari aktivitas (2,3). Tidak seperti format *activity-on-the-node*, representasi jaringan *activity-on-the-arc* membutuhkan beberapa aturan yang harus diikuti, yang dapat diringkas sebagai berikut:

- Representasi unik: setiap aktivitas dapat diidentifikasi secara unik dari awal dan akhir nodenya.
- Kejadian awal/akhir tunggal: setiap jaringan proyek mulai dan berakhir dengan kejadian tunggal (mewakili awal dan akhir proyek).
- Kegiatan dummy: anak panah untuk memodelkan hubungan terdahulu tambahan atau untuk memenuhi dua persyaratan tertulis di atas.



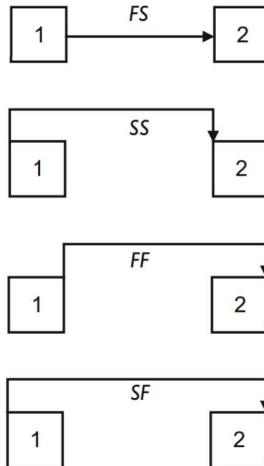
Gambar 2.2 Contoh Hubungan Kegiatan dalam Format *Activity-on-the-Arrow*
(Sumber: Vanhoucke 2016)

2.1.5 Hubungan Antar Aktivitas

Walaupun tipe standar dalam hubungan antara kegiatan adalah jenis FS (*finish-start*), terdapat empat jenis hubungan antara dua aktivitas, secara grafis ditampilkan pada gambar di bawah. Empat jenis hubungan pada Gambar 2.3 dapat dirangkum sebagai berikut:

- FS = n: aktivitas 2 hanya dapat mulai periode waktu n setelah selesai aktivitas 1.
- SS = n: aktivitas 2 hanya dapat mulai periode waktu n setelah dimulainya aktivitas 1.
- FF = n: aktivitas 2 hanya dapat selesai periode waktu n setelah selesai aktivitas 1.
- SF = n: aktivitas 2 hanya dapat selesai periode waktu n setelah dimulainya aktivitas 1.

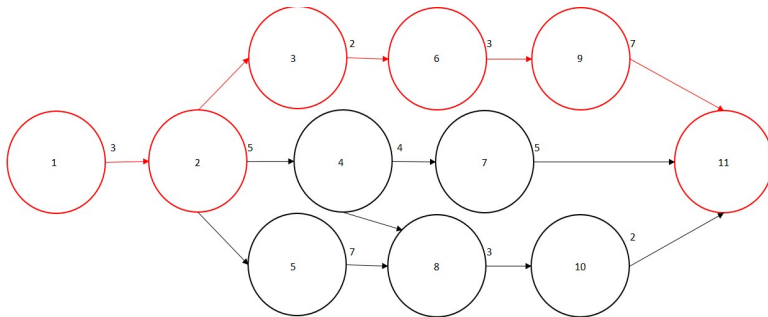
Dengan n adalah perbedaan waktu antara aktivitas 1 dan 2 (Vanhoucke, 2016).



Gambar 2.3 Empat Jenis Hubungan antara Aktivitas 1 dan 2
(Sumber: Vanhoucke 2016)

2.1.6 Jalur Kritis

Gambar 2.4 menunjukkan jaringan proyek dengan 11 aktivitas dan hubungan finish-start diantaranya. Setiap angka di atas node menunjukkan perkiraan durasi dari aktivitas tersebut. Dalam pendekatan penjadwalan CPM, proyek tidak dibatasi oleh sumber daya terbarukan, dan karenanya, pembuatan penjadwalan berawal dari pengurutan semua aktivitas sesuai dengan hubungan terdahulunya. Durasi minimal proyek ditentukan dari panjang jalur kritis, yang merupakan urutan kegiatan dalam jaringan proyek, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 digaris tebal merah atau abu-abu (1-2-5-8-10-11) yang keduanya memiliki total durasi yang sama yaitu 22 periode waktu. Dalam jaringan, beberapa jalur kritis dapat terjadi (Vanhoucke, 2016).



Gambar 2.4 Contoh Jaringan Proyek dengan Jalur Kritis sama dengan 22 Periode Waktu
(Sumber: Vanhoucke 2016)

2.2 Analisis Biaya

Sebelum suatu proyek konstruksi dimulai, terlebih dahulu diperkirakan secara cermat biaya yang akan dikeluarkan untuk pengerjaan proyek tersebut yang selanjutnya disebut Rencana Anggaran Biaya. Menurut Ibrahim (2001) rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada volume tiap jenis pekerjaan dikalikan dengan harga satuan tiap pekerjaan tersebut, dan dihitung untuk seluruh jenis pekerjaan yang dikerjakan pada suatu proyek konstruksi, sehingga dapat diperoleh total dari rencana anggaran biaya keseluruhan. Harga satuan pekerjaan terdiri dari biaya material, biaya upah pekerjaan, dan biaya peralatan dimana biaya-biaya tersebut termasuk biaya langsung dalam suatu proyek.

2.2.1 Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan merupakan bagian paling penting dalam tahap perencanaan proyek konstruksi. Perhitungan volume pekerjaan konstruksi merupakan suatu proses pengukuran atau perhitungan terhadap kuantitas item-item pekerjaan berdasarkan pada gambar atau aktualisasi pekerjaan di lapangan. Dengan mengetahui jumlah volume pekerjaan maka akan diketahui berapa banyak biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan konstruksi tersebut.

2.2.2 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga, bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapatkan di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapatkan di lokasi dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah. Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu proyek harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasaran dan di lokasi pekerjaan. Biasanya pelaksana atau kontraktor membuat harga satuan pekerjaan tersendiri yang disesuaikan dengan harga di pasaran dimana proyek tersebut dilaksanakan.

2.2.3 Biaya Langsung

Menurut Asiyanto (2003) biaya langsung dalam biaya proyek adalah biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan yang berhubungan langsung dengan proyek yang bersangkutan yang menghasilkan konstruksi fisik yang bersifat tetap. Biaya langsung ini besarnya dominan terhadap total biaya. Komponen utama dari biaya langsung adalah biaya material, tenaga kerja, dan peralatan.

a. Biaya material

Harga atau bahan material yang digunakan untuk proses pelaksanaan konstruksi, yang sudah memasukkan biaya pengepakan, biaya angkutan dan biaya penyimpanan sementara di gudang.

b. Biaya tenaga kerja

Biaya yang dibayarkan kepada pekerja dalam menyelesaikan suatu jenis pekerjaan sesuai dengan keterampilan dan keahliannya.

c. Biaya peralatan

Biaya yang diperlukan untuk kegiatan sewa, pengangkutan, pemasangan alat, dan biaya operasi dapat juga dimasukkan upah dari operator mesin.

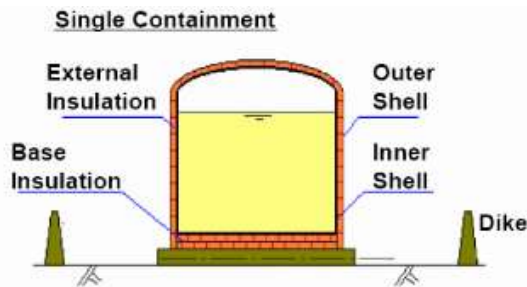
2.3 Tangki

Tangki adalah tempat penyimpanan material baik berupa benda padat, cair, maupun gas. Tangki refrigerated adalah kombinasi dari wadah penyimpanan bahan bakar cair primer, bersama-sama dengan wadah penyimpanan bahan bakar cair sekunder (jika ada), isolasi, penahanan untuk uap, perlengkapannya, instrumentasi, dan semua elemen lain. Berdasarkan American Petroleum Institute 2014, tangki penyimpanan bahan bakar jenis *refrigerated* diklasifikasikan berdasarkan tiga sistem, yaitu *single containment tank*, *double containment tank*, dan *full containment*.

2.3.1 *Single Containment Tank*

Single containment tank adalah sistem tangki yang terdiri dari sebuah wadah dalam dan luar, dirancang dan dibangun sehingga hanya wadah dalam yang diperlukan untuk menyimpan bahan bakar. Wadah luar, jika ada, berfungsi untuk penyimpanan dan perlindungan dari sistem insulasi dan dapat juga untuk menahan

tekanan uap dari bahan bakar, tetapi tidak dirancang untuk menyimpan cairan bahan bakar jika terjadi kebocoran pada wadah dalam. *Single containment tank* biasanya dikelilingi oleh dinding pelindung untuk menyimpan kemungkinan kebocoran produk. Untuk ilustrasi dari tangki *single containment* dapat dilihat pada Gambar 2.5. (American Petroleum Institute 2014)

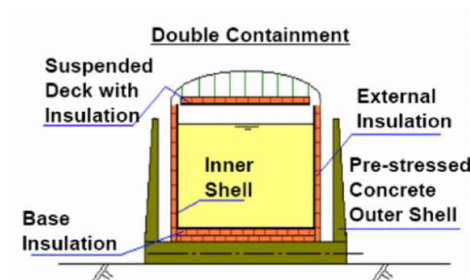


Gambar 2.5 Ilustrasi *Single Containment Tank*

(Sumber: American Petroleum Institute 2014)

2.3.2 Double Wall Refrigerated Tank

Pada sistem tangki *Double Wall Refrigerated*, tangki terdiri dari wadah primer yang berisi cairan dan uap seperti pada *single containment tank*, dibangun di dalam sebuah wadah cairan sekunder. Wadah sekunder ini dirancang untuk menahan semua cairan dalam wadah primer jika terjadi kebocoran pada wadah primer. Jarak antara wadah primer dan wadah sekunder tidak boleh melebihi 6 meter. Ilustrasi dari tangki *double wall* dapat dilihat pada Gambar 2.6. (American Petroleum Institute 2014)

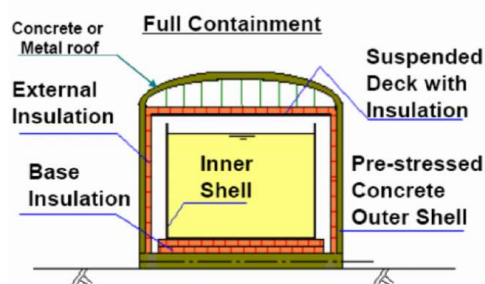


Gambar 2.6 Ilustrasi *Double Wall Refrigerated Tank*

(Sumber: American Petroleum Institute 2014)

2.3.3 *Full Containment Tank*

Sistem tangki *full containment* terdiri dari wadah cair primer dan wadah cair dan uap sekunder. Kedua wadah dapat berdiri sendiri dalam menyimpan bahan bakar. Wadah primer menyimpan bahan bakar dalam kondisi operasi normal. Wadah sekunder direncanakan untuk dapat menyimpan bahan bakar dan sebagai kontrol ventilasi uap jika terjadi kebocoran pada wadah primer. Ilustrasi dari sistem tangki *full containment* dapat dilihat pada Gambar 2.7. (American Petroleum Institute 2014)



Gambar 2.7 Ilustrasi *Full Containment Tank*

(Sumber: American Petroleum Institute 2014)

2.4 Pondasi

Pondasi merupakan bagian paling bawah dari suatu konstruksi bangunan. Fungsi pondasi adalah meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi dan tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan. Apabila kekuatan tanah dilampaui, maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan dari tanah akan terjadi, kedua hal tersebut akan menyebabkan merusakkan konstruksi yang berada di atas pondasi. Persyaratan umum yang harus dipenuhi oleh pondasi antara lain:

1. Terhadap tanah dasar
 - a. Pondasi harus mempunyai bentuk, ukuran dan struktur sedemikian rupa sehingga tanah dasar mampu memikul gaya-gaya yang bekerja.
 - b. Penurunan yang terjadi tidak boleh terlalu besar atau tidak merata.
 - c. Bangunan tidak boleh bergeser atau guling.
2. Terhadap struktur pondasi sendiri
 - a. Struktur pondasi harus cukup kuat sehingga tidak pecah akibat gaya yang bekerja.

Pemilihan jenis pondasi yang akan digunakan sebagai struktur bawah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kondisi tanah dasar, beban yang diterima pondasi, peraturan yang berlaku, biaya, kemudahan pelaksanaannya dan sebagainya. (Das, 1998).

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pembangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak memiliki daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban – beban yang bekerja padanya (Sardjono, 1998).

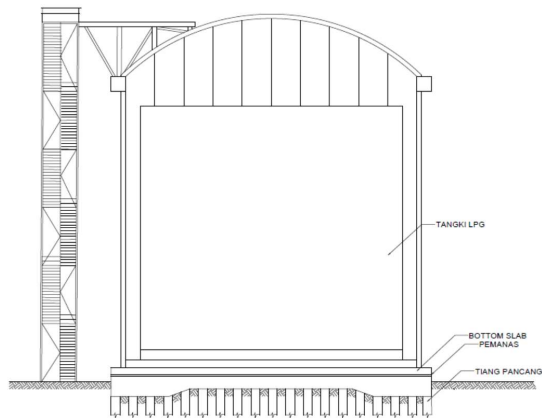
Pondasi tiang pancang umumnya di pancang tegak lurus kedalam tanah sampai pada kedalaman tertentu untuk mencapai kuat dukung yang diinginkan dan dianggap telah mampu memikul beban yang bekerja diatasnya sehingga jika terjadi penurunan masih dalam batas – batas yang diizinkan. Fungsi dari tiang pancang adalah sebagai transfer beban dari struktur atas dan meneruskannya kelapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam.

2.5 Pondasi Tangki LPG

Pada proses konstruksi pondasi tangki *LPG*, material-material konstruksi dan jenis pondasi pada tangki harus direncanakan untuk dapat menahan kondisi temperatur pada saat operasional dan keadaan darurat. Pondasi harus dapat menjaga fungsinya ketika berada di bawah kondisi operasional normal. Salah satu metode untuk menjaga fungsi pondasi adalah dengan memanfaatkan pemanas pada pondasi untuk membantu untuk mencegah pembekuan lapisan tanah terjadi saat di bawah kondisi operasional normal. Pondasi elevated dengan celah udara antara bagian bawah tangki dan tanah dapat dipertimbangkan ketika pondasi konvensional dengan pemanas pondasi tidak dapat dilakukan. (American Petroleum Institute 2014)

2.5.1 Pondasi Konvensional

Pada jenis pondasi ini, tiang pancang berada di bawah tanah dan pada tangki *LPG* digunakan tambahan pemanas pondasi. Karena dibutuhkannya pemanas pondasi maka dengan menggunakan pondasi konvensional total biaya proyek akan lebih mahal. Untuk ilustrasi pondasi konvensional dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Ilustrasi Tangki LPG dengan Pondasi Konvensional

Sistem pemanas pondasi perlu direncanakan untuk memenuhi persyaratan dimana pada perencanaan pondasi tangki temperatur pada tanah harus dijaga diatas 32°F (0°C) untuk mencegah terjadinya pembekuan cairan bahan bakar. Pemanas pondasi harus dikontrol menggunakan sensor temperatur yang dipasang di pondasi. Sistem pemanas pondasi harus memiliki 100% redudansi dan mempunyai alarm peringatan ketika terjadi kegagalan sistem, untuk ilustrasi dasar tangki konvensional dapat dilihat pada Gambar 2.9. (American Petroleum Institute 2014)

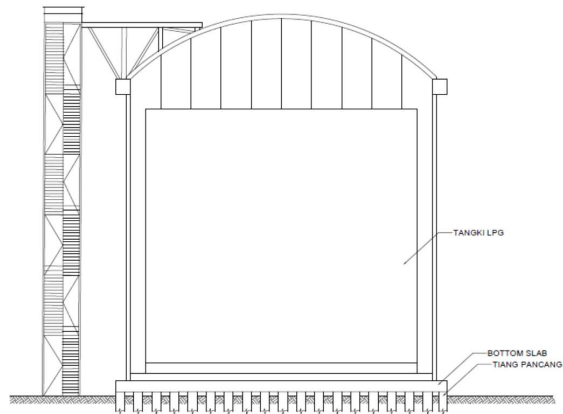


Gambar 2.9 Dasar Tangki dengan Sistem Pemanas

(Sumber: PT Pertamina 2016)

2.5.2 Pondasi *Elevated*

Pada pondasi *elevated* terdapat celah udara antara bagian bawah tangki dan tanah yang bertujuan untuk membiarkan udara masuk sehingga dapat menjaga temperatur dari tangki LPG. Jenis pondasi ini dapat menghemat biaya karena tidak membutuhkan tambahan biaya untuk pemanas pondasi (American Petroleum Institute 2014). Untuk ilustrasi dari tangki dengan pondasi *elevated* dapat dilihat pada Gambar 2.10 dan untuk ilustrasi dasar tangki dengan pondasi *elevated* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.10 Ilustrasi Tangki dengan Pondasi *Elevated*



Gambar 2.11 Dasar Tangki LPG Pondasi *Elevated*
(Sumber: PT Pertamina 2016)

Karena tidak digunakannya pemanas pondasi pada pondasi *elevated* sehingga membuat total keseluruhan biaya proyek menjadi lebih murah.

2.5.3 Metode Konstruksi Tangki dengan Pondasi *Elevated*

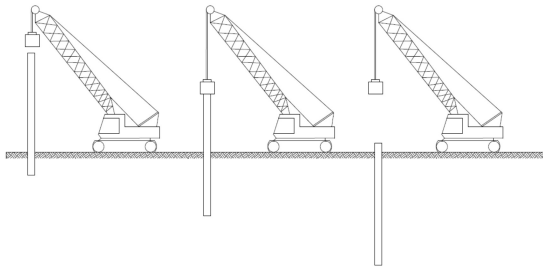
Pekerjaan konstruksi tangki dengan pondasi *elevated* dimulai dari pekerjaan pondasi menerus hingga ke pekerjaan pemasangan tangki double wall maupun single wall. Tahapan pelaksanaan dari konstruksi tangki dengan pondasi *elevated* adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pekerjaan pondasi tiang pancang pada tangki dengan pondasi *elevated* menggunakan alat berat drop hammer dan service crane. Pekerjaan pondasi tiang pancang diawali dengan pekerjaan persiapan awal dilanjutkan dengan pekerjaan persiapan pemancangan dan diakhiri dengan pekerjaan pemancangan yang memiliki tahapan sebagai berikut:

- Produksi tiang pancang dilakukan di pabrik WIKA BETON dengan spesifikasi sesuai perhitungan kemudian dikirim ke lokasi proyek menggunakan kendaraan truck trailer.
- Pengangkatan tiang pancang menggunakan alat service crane dengan posisi titik angkat sesuai perhitungan sehingga tidak terjadi patah dalam pengangkatan.
- Surveyor melakukan pengukuran di lapangan untuk menentukan titik-titik sesuai gambar rencana kemudian mendirikan alat teodolit untuk mengecek ketegakan pemancangan, tiang pancang diangkat tegak lurus kemudian posisi ujung drop hammer dinaikkan dan pelindung dimasukkan pada kepala tiang pancang.

- Ketegakkan posisi pemancangan dikontrol menggunakan 2 buah teodolit yang dipasang dari dua arah untuk memastikan posisi tiang pancang tegak dan melakukan kontrol setiap 2 meter, pemancangan dilakukan sampai dengan elevasi kedalaman yang direncanakan.
- Tiang pancang yang tersisa diatas elevasi rencana dikelupas betonnya sehingga tersisa besi tulangan yang akan dipakai sebagai penghubung dengan pelat lantai.
- Ilustrasi proses pemancangan dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Ilustrasi Proses Pemancangan

2. Pekerjaan Bottom Slab

Struktur bottom slab pada tangki dengan pondasi *elevated* terbuat dari beton mutu $f_c' 29 \text{ Mpa}$ dengan tebal 1.000 mm. tahapan pekerjaan bottom slab yaitu:

- Pembesian

Proses pemasangan tulangan dilakukan manual oleh tukang langsung di atas lapisan lantai kerja. Tulangan sebelumnya telah dipotong dan dilakukan pembengkokan untuk pembuatan rangka besi dan sengkang yang di sesuaikan dengan gambar rencana.

- Bekisting

Pembuatan panel bekisting dilakukan sesuai dengan gambar kerja. Pekerjaan bekisting dilakukan langsung dilapangan dengan mempersiapkan material utama antara lain adalah kaso 5/7, balok kayu 6/12, dan papan plywood.

– Pengecoran

Pengecoran menggunakan alat bantu *concrete pump*. pada saat pengecoran dilakukan penggetaran menggunakan *vibrator* untuk menghasilkan beton yang padat.

3. Pekerjaan Tangki Refrigerated LPG

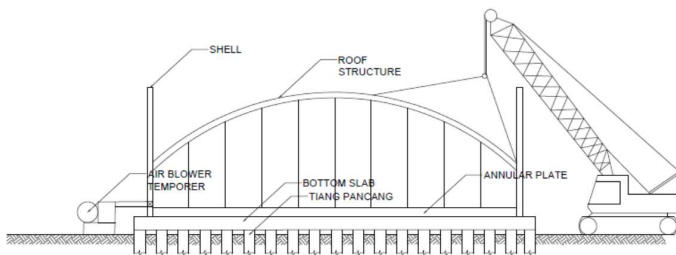
I. Tangki Double Wall

– Pekerjaan annular plate and outer shell

Pada pekerjaan tangki refrigerated LPG pekerjaan pertamanya adalah pemasangan annular plate dan outer shell. Sesuai dengan API 650, annular plate adalah pelat didasar tangki yang menggunakan bahan kekuatan tinggi dan biasa digunakan untuk tangki dengan diameter yang besar.

– Roof structure installation

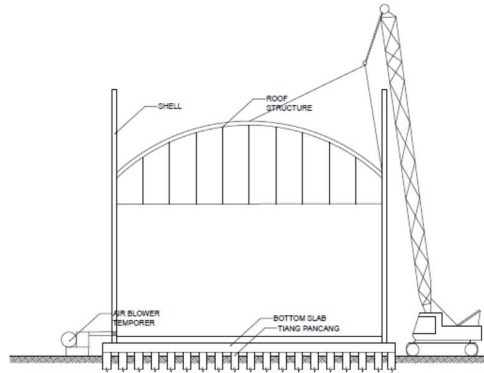
Instalasi struktur atap pada tangki menggunakan alat berat service crane yang dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Roof Structure Installation

– Roof air raising and outer shell

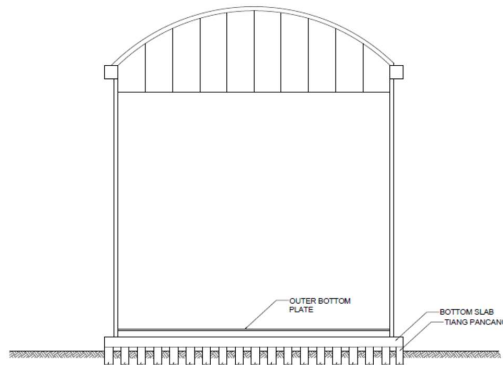
Proses pengangkatan struktur atap dilakukan menggunakan bantuan alat blower dan kabel pada sisi-sisi dinding tangki untuk menyeimbangkan atap. Prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Roof Air Raising

– Outer bottom plate installation

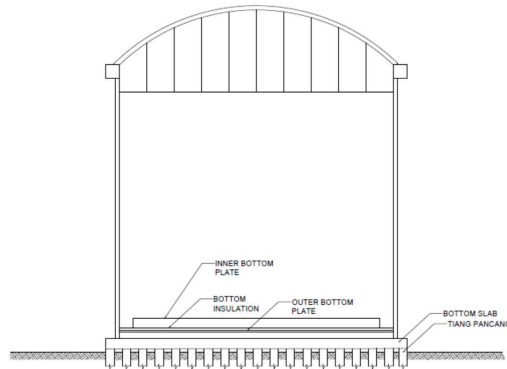
Dilanjutkan proses pekerjaan instalasi outer bottom plate untuk wadah sekunder pada tangki seperti pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15Outer Bottom Installation

– Instalasi Bottom Insulation dan Inner Bottom Plate

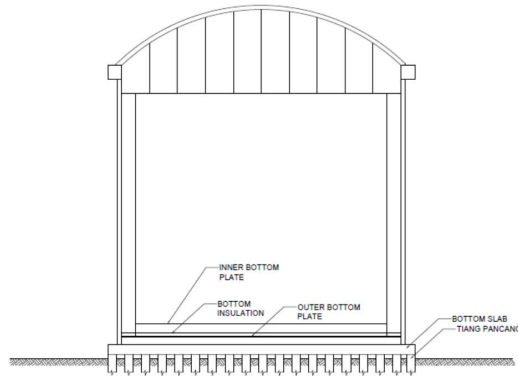
Setelah instalasi bottom plate pada wadah sekunder dilanjutkan instalasi inner bottom plate atau bottom plate untuk wadar primer sebelum instalasi bottom plate dilakukan pemasangan bottom insulation seperti pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Instalasi Bottom Instalation dan Inner Bottom Plate

– Inner shell plate

Setelah pekerjaan pemasangan pelat bawah dilanjutkan dengan pekerjaan instalasi pelat inner shell untuk wadar primer pada tangki seperti pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Instalasi Inner Shell Plate

- Opening close and hydro test

Setelah pekerjaaa instalasi inner shell plate dilakukan tes hydro dan opening close untuk mengecek kebocoran pada tangki.

- Nitrogen Purge, dry-out, cool down dan LPG Filling

Proses terakhir adalah melakukan pemurnian tangki dengan nitrogen dan pengeringan tangki dan dilanjutkan dengan pendinginan tangki hingga akhirnya dilakukan pengisian LPG ke dalam tangki.

II. Tangki Single Wall T-301

Konstruksi tangki pada tangki single wall hampir sama dengan tangki dimana perbedaan hanya terdapat pada pemasangan inner shell plate dan inner bottom plate dikarenakan pada tangki single wall tidak terdapat dua wadah. Urutan pekerjaannya adalah sebagai berikut:

- Pekerjaan annular plate and shell

Pada pekerjaan tangki refrigerated LPG pekerjaan pertamanya adalah pemasangan annular plate and shell. Sesuai

dengan API 650, annular plate adalah pelat didasar tangki yang menggunakan bahan kekuatan tinggi dan biasa digunakan untuk tangki dengan diameter yang besar.

- Roof structure installation

Instalasi struktur atap pada tangki menggunakan alat berat service crane.

- Roof air raising and shell

Proses pengangkatan struktur atap dilakukan menggunakan bantuan alat blower dan kabel pada sisi-sisi dinding tangki untuk menyeimbangkan atap.

- Bottom plate installation

Dilanjutkan proses pekerjaan instalasi bottom plate dan bottom insulation pada dasar tangki.

- Opening close and hydro test

Setelah pekerjaan bottom plate dilakukan tes hydro dan opening close untuk mengecek kebocoran.

- Nitrogen Purge, dry-out, cool down dan LPG Filling

Proses terakhir adalah melakukan pemurnian tangki dengan nitrogen dan pengeringan tangki dan dilanjutkan dengan pendinginan tangki hingga akhirnya dilakukan pengisian LPG ke dalam tangki.

2.5.4 Metode Konstruksi Tangki dengan Pondasi

Konvensional

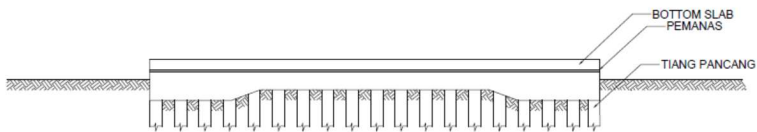
Pekerjaan konstruksi tangki dengan pondasi konvensional dimulai dari pekerjaan pondasi dilanjutkan ke pekerjaan pemasangan pemanas pada bottom slab menerus hingga ke pekerjaan pemasangan tangki. Tahapan pelaksanaan dari konstruksi tangki dengan pondasi konvensional adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pekerjaan pondasi tiang pancang pada pekerjaan pondasi konvensional memiliki metode konstruksi yang sama dengan pondasi elevated.

2. Pekerjaan Bottom Slab

Pada pekerjaan bottom slab untuk tangki dengan pondasi konvensional hampir sama dengan pekerjaan bottom slab pada tangki dengan pondasi elevated perbedaannya terdapat pada instalasi pemanas di dalam slab yang hanya ada pada pondasi konvensional. Ilustrasi letak pemanas pada bottom slab ditunjukkan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Letak Pemanas Pada Bottom Slab Pondasi Konvensional

3. Pekerjaan Tangki *Refrigerated LPG*

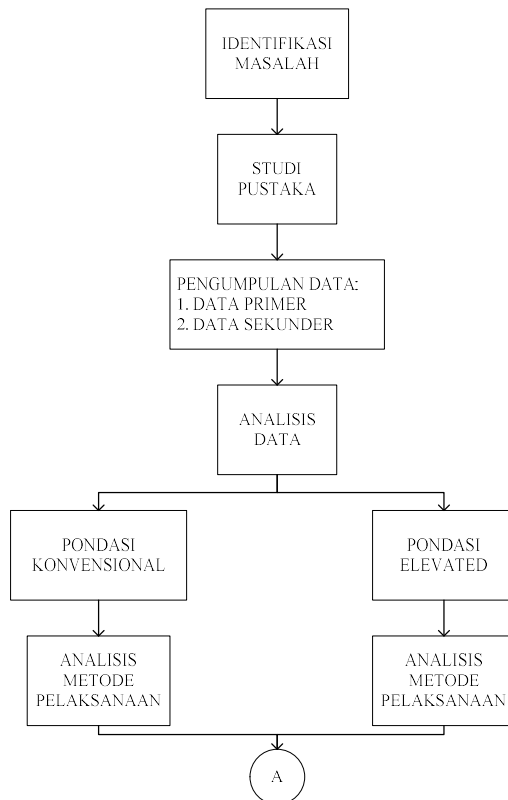
Pekerjaan tangki pada tangki dengan pondasi konvensional dan pondasi elevated adalah sama karena memakai dua jenis tangki yang sama.

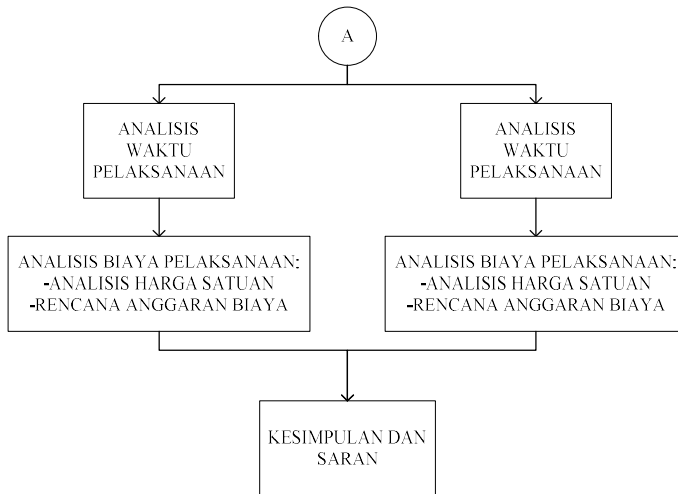
BAB III

METODOLOGI

3.1 Konsep Penelitian

Pada studi analisis jenis pondasi konvensional dan jenis pondasi *elevated* ditinjau dari segi biaya dan waktu adalah untuk mencari biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi *elevated* dan pondasi konvensional. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Tahapan Studi Analisis

Pada studi analisis ini perencanaan pondasi yang digunakan adalah pondasi elevated dan pondasi konvensional. Peneliti hanya menganalisis pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi konvensional dan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi *elevated* dari segi biaya dan waktu dengan data perencanaan pondasi didapat dari kontraktor.

3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini diperlukan data yang dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir. Data yang dibutuhkan dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data, yaitu:

3.2.1 Data Primer

Data yang didapat dari hasil peninjauan dan pengamatan langsung di lapangan berupa wawancara, pendapat ahli, letak, kondisi lokasi, kondisi bangunan di sekitar lokasi.

3.2.2 Data Sekunder

Data pendukung yang dipakai dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir, baik dari lapangan maupun dari literatur-literatur yang ada. Data ini tidak dapat digunakan secara langsung sebagai sumber tetapi harus melalui proses pengolahan data untuk dapat digunakan. Data sekunder yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini yaitu:

1. Gambar rencana pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* yang kedua gambarnya didapat dari data proyek kontraktor.
2. Penjadwalan proyek

3.3 Analisis Data

Dalam analisis data dibagi menjadi dua yaitu analisis data pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi *elevated*, terdapat beberapa tahap yang dilakukan yaitu:

3.3.1 Analisis Metode Pelaksanaan

Menyusun secara garis besar tahapan pelaksanaan pekerjaan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* serta menganalisis aktifitas kegiatan setiap pekerjaan. Analisis metode pelaksanaan menjadi dasar untuk menghitung biaya dan waktu pelaksanaan untuk masing-masing metode.

3.3.2 Analisis Waktu Pelaksanaan

Analisis waktu pelaksanaan setiap kegiatan pekerjaan untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* dihitung dengan cara membagi volume tiap pekerjaan dari masing-masing jenis pondasi dengan nilai tingkat produktivitas pekerja atau alat. Perhitungan

produktivitas alat berat dilakukan secara manual berdasarkan rumus yang ada. Setelah itu, untuk mengetahui durasi pelaksanaan secara keseluruhan pada pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* digunakan metode penjadwalan bagan balok dengan alat bantu software manajemen proyek.

Sama halnya dengan analisis biaya, pada analisis waktu karena pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* mempunyai perbedaan dalam kegiatan pelaksanaan yang dilakukan sehingga tahapan pekerjaan akan berbeda yang berpengaruh terhadap waktu total pelaksanaan dan durasi tiap pekerjaan pun berbeda sesuai dengan volume, peralatan atau pekerja yang digunakan.

3.3.3 Analisis Biaya Pelaksanaan

Analisis biaya dibutuhkan untuk mengetahui besarnya biaya yang dibutuhkan pada pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* dalam pelaksanaan proyek tersebut. Analisis biaya pelaksanaan pada pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi *elevated* dihitung berdasarkan volume setiap pekerjaan, material yang digunakan, dan peralatan yang dipakai.

1. Analisis harga satuan

Analisis harga satuan yang digunakan pada studi kasus ini adalah analisis harga satuan yang dibuat sendiri berdasarkan kebutuhan akan bahan serta tenaga kerja yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan pada Pedoman Analisis Harga Satuan Bidang Pekerjaan Umum Tahun 2016. Pada proses perhitungan analisis harga satuan data-data yang dibutuhkan

yaitu daftar harga satuan upah pekerja, daftar harga satuan alat, daftar harga satuan bahan atau material dan perhitungan koefisien.

2. Rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada volume tiap jenis pekerjaan dikalikan dengan harga satuan tiap pekerjaan. Pada Rencana Anggaran Biaya terdapat biaya material, upah dan peralatan selama proses pelaksanaan proyek.

Perhitungan analisis biaya pada pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* pada dasarnya adalah sama, hanya saja karena pondasi konvensional membutuhkan *wire heater* sedangkan pondasi *elevated* tidak, maka volume, material, peralatan akan berbeda.

3.4 Kesimpulan dan Saran

Setelah analisis teknis, biaya dan waktu untuk pembangunan tangki *refrigerated LPG* dengan jenis pondasi konvensional dan tangki *refrigerated LPG* dengan pondasi *elevated* didapatkan selanjutnya adalah tahapan menyimpulkan dan memberikan saran-saran yang muncul dari hasil analisis waktu dan biaya. Kesimpulan berupa hasil analisis permasalahan dan saran berupa masukan untuk studi-studi dan penelitian lanjutan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek

Nama Proyek :Pembangunan Terminal *Liquefied Petroleum Gas Refrigerated* Tanjung Sekong di Merak Mas Banten

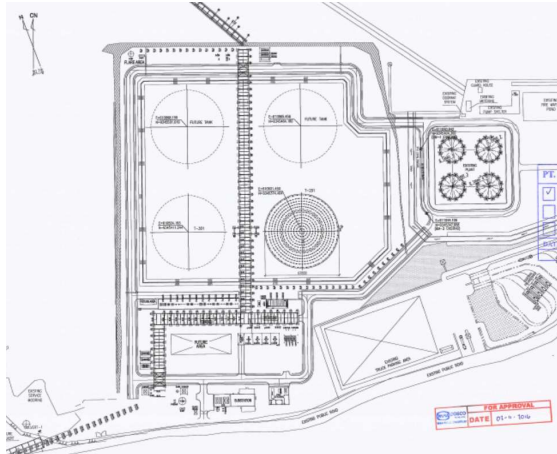
Lokasi Proyek :Tanjung Sekong, Merak Mas, Banten

Pemilik Proyek :PT PERTAMINA (Persero) – Direktorat Pemasaran dan Niaga

Kontraktor Proyek:WIKI-POSCO Engineering Consortium

Lingkup Proyek :Engineering, Procurement, Construction, and Commisioning (EPCC)

Proyek pembangunan terminal *refrigerated LPG* PT Pertamina berlokasi di Tanjung Sekong, Banten. Pada proyek ini terdapat dua tangki *refrigerated* yaitu tangki double wall propane T-201 dengan diameter tangki 67,80 meter dan tinggi 41,55 meter dan tangki single wall butane T-301 dengan diameter tangki 66,80 meter dan tinggi 41,05 meter dengan luas total pembangunan proyek adalah 70.871,07 m². Gambar rencana lokasi pembangunan terminal dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dokumentasi pekerjaan pondasi di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3. Jenis pondasi yang digunakan pada proyek ini adalah jenis pondasi *elevated*.



Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pembangunan Terminal LPG

(Sumber: PT Pertamina 2016)



Gambar 4.2 Dokumentasi Pekerjaan Pondasi Tangki T-201



Gambar 4.3 Dokumentasi Pekerjaan Pondasi Tangki T-301

Pekerjaan konstruksi tangki dengan pondasi elevated dimulai dari pekerjaan pondasi menerus hingga ke pekerjaan pemasangan tangki double wall maupun single wall. Tahapan pelaksanaan dari konstruksi tangki dengan pondasi elevated adalah sebagai berikut:

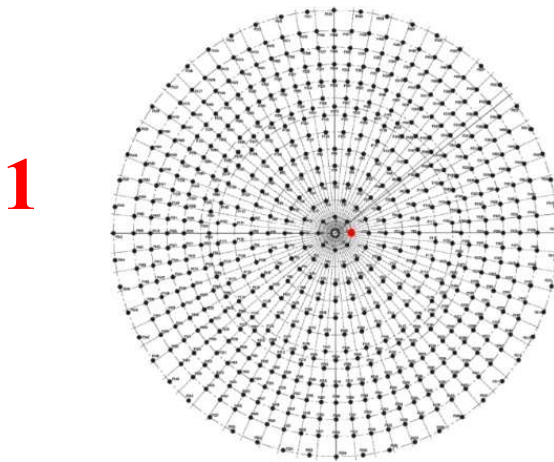
4.2 Metode Konstruksi Pondasi Elevated

I. Tangki Double Wall T-201

Pondasi yang digunakan pada pembangunan tangki refrigerated LPG ini adalah tiang pancang. Tiang pancang digunakan karena merupakan pilihan yang paling murah dan waktu pengerjaannya lebih cepat dari alternatif lain yang ada. Data tiang pancang yang digunakan untuk tangki double wall T-201 adalah sebagai berikut:

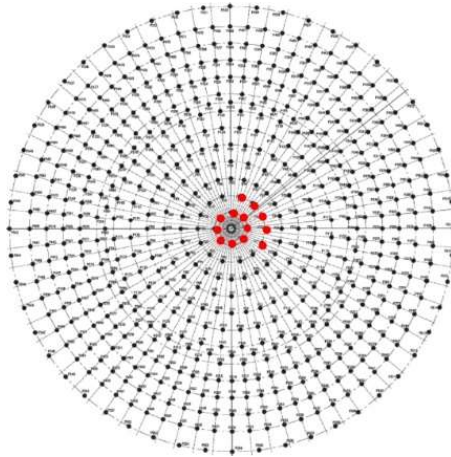
Diameter tiang pancang (ϕ)	= 0.60 m
Panjang tiang pancang (L)	= 35.00 m
Jarak antar titik pancang (S1)	= 2.50 m
Jumlah titik pancang (n_p)	= 590 buah

Dalam pengerjaan pondasi proses pemancangan dimulai dari bagian pusat pondasi menerus ke arah garis keliling pondasi. Alur pengerjaan tiang pancang sesuai dengan Gambar 4.4 sampai dengan Gambar 4.7 pemancangan dibagi menjadi 14 bagian dimana proses pemancangan dimulai dari bagian nomor 1 hingga lanjut berurutan ke bagian nomor 14. Pada Tabel 4.1 menunjukkan jumlah titik pemancangan tiap bagian.



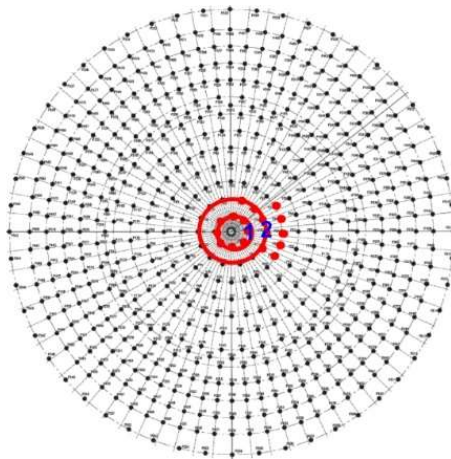
Gambar 4.4 Proses Pemancangan Bagian ke-1 Pondasi Elevated
T-201

2



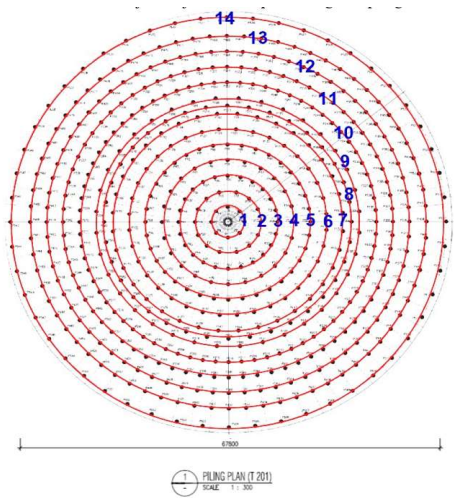
Gambar 4.5 Proses Pemancangan Bagian ke-2 Pondasi Elevated T-201

3



Gambar 4.6 Proses Pemancangan Bagian ke-3 Pondasi Elevated T-201

4



Gambar 4.7 Alur Pemancangan Pondasi Elevated T-201

Tabel 4.1 Jumlah Tiang Pancang T-201 Elevated

Bagian	Jumlah Tiang
1	8
2	14
3	24
4	24
5	36
6	36
7	36
8	36
9	36
10	72
11	72
12	72
13	72

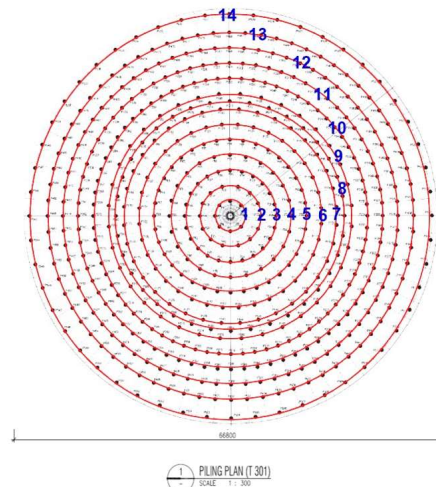
14	52
Total	590

II. Tangki Single Wall T-301

Data tiang pancang yang digunakan untuk tangki single wall T-301 adalah sebagai berikut:

Diameter tiang pancang (ϕ)	= 0.60 m
Panjang tiang pancang (L)	= 37.50 m
Jarak antar titik pancang (S1)	= 2.50 m
Jumlah titik pancang (n_p)	= 590 buah

Dalam pengerjaan pondasi alur pengerjaan tiang pancang sama dengan proses pemancangan pada tangki T-201 sesuai dengan Gambar 4.4 sampai dengan Gambar 4.7 dengan hasil akhir seperti pada Gambar 4.8, pemancangan dibagi menjadi 14 bagian dimana proses pemancangan dimulai dari bagian nomor 1 hingga lanjut berurutan ke bagian nomor 14. Pada Tabel 4.2 menunjukkan jumlah titik pemancangan tiap bagian.



Gambar 4.8 Pemancangan Pondasi T-301 Elevated

Tabel 4.2 Jumlah Tiang Pancang T-301 Elevated

Bagian	Jumlah Tiang
1	8
2	14
3	24
4	24
5	36
6	36
7	36
8	36
9	36
10	72
11	72
12	72
13	72
14	52
Total	590

4.2.1 Metode Konstruksi Pondasi Konvensional

Pekerjaan konstruksi tangki dengan pondasi konvensional dimulai dari pekerjaan pondasi dilanjutkan ke pekerjaan pemasangan pemanas pada bottom slab menerus hingga ke pekerjaan pemasangan tangki. Tahapan pelaksanaan dari konstruksi tangki dengan pondasi konvensional adalah sebagai berikut:

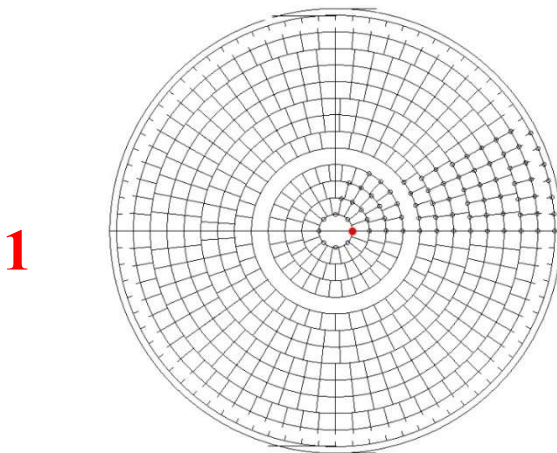
I. Tangki Double Wall T-201

Urutan pekerjaan pondasi tiang pancang pada konstruksi tangki dengan pondasi konvensional adalah sama dengan pekerjaan pondasi tiang pancang pada konstruksi tangki dengan pondasi elevated. Perbedaan yang ada pada pekerjaan pondasi ini

adalah dari spesifikasi tiang pancang yang digunakan. Berikut adalah data tiang pancang yang digunakan untuk perencanaan konstruksi tangki T-201 dengan pondasi konvensional:

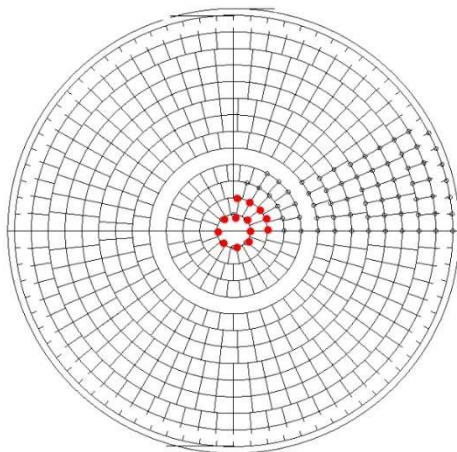
Diameter tiang pancang (ϕ)	= 0.60 m
Panjang tiang pancang (L)	= 30.00 m
Jarak antar titik pancang (S1)	= 1.80 m
Jumlah titik pancang (n_p)	= 614 buah

Dimana pada pondasi konvensional ini dalam proses pemancangannya dibagi menjadi 13 bagian yang masing-masing bagiannya terdiri dari beberapa titik yang detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.3. Alur pengerjaannya sama seperti pada pondasi elevated yaitu dari bagian pusat pondasi menerus ke arah garis keliling pondasi. Ilustrasi alur pengerjaan pondasi tangki double wall T-201 dapat dilihat pada Gambar 4.19 sampai dengan Gambar 4.12 dimana angka dengan warna biru adalah nomor bagian dan lingkaran warna merah adalah tanda daerah yang dipancang.



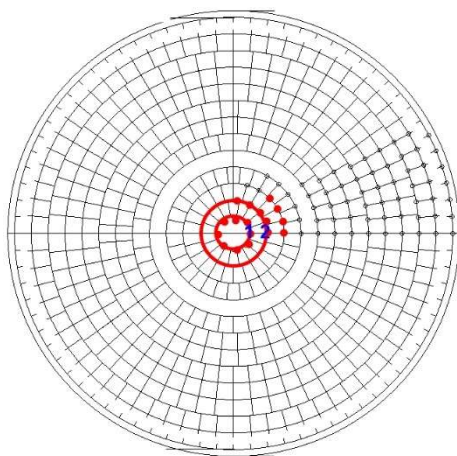
Gambar 4.9 Proses Pemancangan Bagian ke-1 Pondasi Konvensional T-201

2



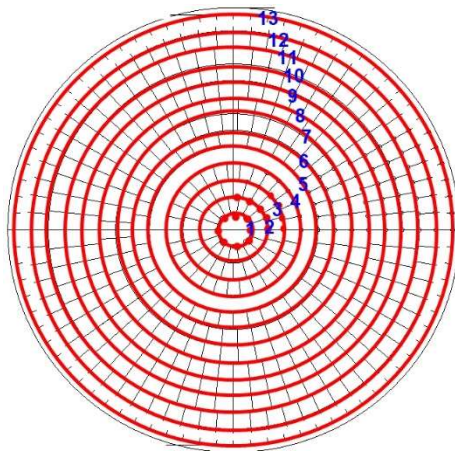
Gambar 4.10Proses Pemancangan Bagian ke-2 Pondasi Konvensional T-201

3



Gambar 4.11Proses Pemancangan Bagian ke-3 Pondasi Konvensional T-201

4



Gambar 4.12 Alur Pemancangan Pondasi Konvensional T-201

Tabel 4.3 Jumlah Tiang Pancang Konvensional T-201

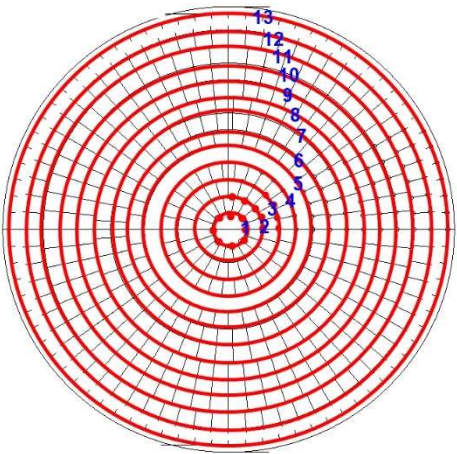
Bagian	Jumlah Tiang
1	8
2	18
3	24
4	30
5	40
6	45
7	45
8	60
9	60
10	60
11	72
12	72
13	80
Total	614

II. Tangki Single Wall T-301

Data tiang pancang yang digunakan untuk tangki single wall T-301 adalah sebagai berikut:

- Diameter tiang pancang (ϕ) = 0.60 m
- Panjang tiang pancang (L) = 30.00 m
- Jarak antar titik pancang (S1) = 1.80 m
- Jumlah titik pancang (n_p) = 614 buah

Dalam pengerjaan pondasi proses pemancangan sama dengan alur pengerjaan tangki T-201 yaitu dimulai dari bagian pusat pondasi menerus ke arah garis keliling pondasi sesuai dengan Gambar 4.13 pemancangan dibagi menjadi 13 bagian. Pada Tabel 4.4 menunjukkan jumlah titik pemancangan tiap bagian.



Gambar 4.13 Pemancangan Pondasi Konvensional Tangki T-301
Tabel 4.4 Jumlah Tiang Pancang Konvensional T-301

Bagian	Jumlah Tiang
1	8
2	18

3	24
4	30
5	40
6	45
7	45
8	60
9	60
10	60
11	72
12	72
13	80
Total	614

4.3 Analisis Biaya

Perhitungan biaya didapat setelah perhitungan volume per item pekerjaan, koefisien per item pekerjaan dan harga satuan per item pekerjaan. Untuk menghitung hal tersebut dibutuhkan data seperti gambar rencana dari item pekerjaan.

4.3.1 Perhitungan Volume Tangki dengan Pondasi Elevated

1. Pekerjaan Bottom Slab

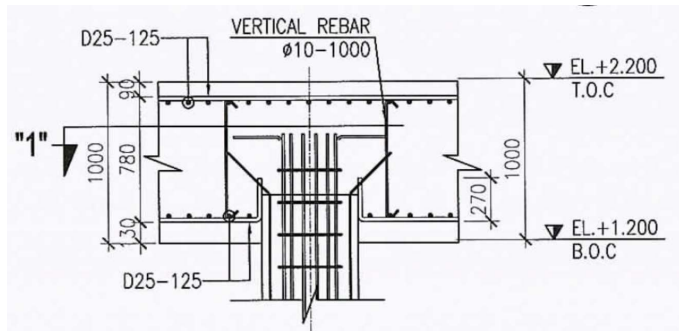
I. Tangki Double Wall T-201

Volume yang dihitung pada bottom slab adalah tulangan, beton, dan bekisting. Gambar perencanaan didapat dari data proyek terminal tangki LPG. Gambar 4.14 menunjukkan pekerjaan bottom slab di lapangan tanggal 24/05/2017.



Gambar 4.14 Dokumentasi Pekerjaan Bottom Slab di Lapangan

a. Perhitungan penulangan



Gambar 4.15 Penulangan bottom slab T-201

Pada Gambar 4.15 tulangan untuk bottom slab terdiri dari:

Tulangan horizontal: D25-125

Tulangan vertikal: D10-100

Kebutuhan tulangan per meter persegi

- Tulangan horizontal

Panjang tulangan= 67800 mm, jarak antar tulangan 125mm

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{67800}{125} + 1$$

$$= 542,40 \approx 542$$

$$\begin{aligned}\text{Luas tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,025^2 \\ &= 0,0004909 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= 0,0004909 \text{ m}^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 3,85 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tulangan bottom slab (p=67,8m;l=67,8m;t=1m)} \\ &= 542 \times 67,8 \text{ m} \times 3,85 \\ &= 141.478,26 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Tulangan vertikal

Panjang tulangan = 67800 mm, jarak antar tulangan 100mm

$$\begin{aligned}\text{Jumlah tulangan} &= \frac{67800}{100} + 1 \\ &= 679\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,01^2 \\ &= 0,0000785 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= 0,0000785 \text{ m}^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,62 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tulangan bottom slab (p=67,8m;l=67,8m;t=1m)} \\ &= 679 \times 67,8 \text{ m} \times 0,62 \\ &= 28.368,66 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Kebutuhan tulangan total

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tulangan bottom slab total} \\ &= \text{tulangan vertikal} + \text{tulangan horizontal} \\ &= 28.368,66 + 141.478,26 \\ &= 169.846,92 \text{ kg}\end{aligned}$$

b. Perhitungan beton

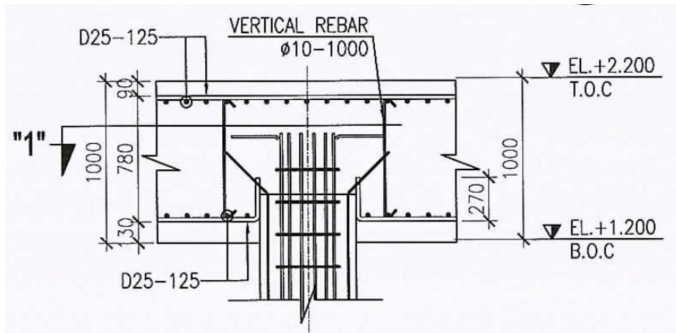
$$\begin{aligned}\text{Volume pengecoran} &= \text{volume bottom slab} \\ &= \pi \times 0,25 \times 67,8^2 \times 1 \\ &= 3610,35 \text{ m}^3\end{aligned}$$

c. Perhitungan bekisting

$$\begin{aligned}\text{Luas bekisting} &= \text{luas bottom slab} \\ &= \pi \times 0,25 \times 67,8^2 \times 1 \\ &= 3610,35\text{m}^2\end{aligned}$$

II. Tangki Single Wall T-301

a. Perhitungan penulangan



Gambar 4.16 Penulangan bottom slab T-301

Pada Gambar 4.16 tulangan untuk bottom slab terdiri dari:

Tulangan horizontal: D25-125

Tulangan vertikal: D10-100

Kebutuhan tulangan per meter persegi

- Tulangan horizontal

Panjang tulangan= 66800 mm, jarak antar tulangan 125mm

$$\begin{aligned}\text{Jumlah tulangan} &= \frac{66800}{125} + 1 \\ &= 535,40 \approx 535\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,025^2 \\ &= 0,0004909\text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= 0,0004909 \text{ m}^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 3,85 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

Kebutuhan tulangan bottom slab (p=66,8m;l=66,8m;t=1m)

$$= 542 \times 66,8 \times 3,85$$

$$= 137.591,30 \text{ kg}$$

- Tulangan vertikal

Panjang tulangan = 66800 mm, jarak antar tulangan 100mm

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{66800}{100} + 1$$

$$= 669$$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times 0,01^2$$

$$= 0,0000785 \text{ m}^2$$

$$\text{Berat tulangan} = 0,0000785 \text{ m}^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,62 \text{ kg/m}$$

$$\text{Kebutuhan tulangan bottom slab (p=66,8m; l=66,8m; t=1m)}$$

$$= 669 \times 66,8 \times 0,62$$

$$= 27.707,30 \text{ kg}$$

- Kebutuhan tulangan total

Kebutuhan tulangan bottom slab total

$$= \text{tulangan vertikal} + \text{tulangan horizontal}$$

$$= 27.707,30 + 137.591,30$$

$$= 165.298,60 \text{ kg}$$

b. Perhitungan beton

$$\text{Volume pengecoran} = \text{volume bottom slab}$$

$$= \pi \times 0,25 \times 66,8^2 \times 1$$

$$= 3504,64 \text{ m}^3$$

c. Perhitungan bekisting

$$\text{Luas bekisting} = \text{luas bottom slab}$$

$$= \pi \times 0,25 \times 66,8^2$$

$$= 3504,64 \text{ m}^2$$

Sehingga total volume untuk pekerjaan bottom slab tangki dengan pondasi elevated adalah sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan tulangan} = 169.846,92 + 165.298,60$$

- Volume Pengecoran $= 335.145,52 \text{ kg}$
 $= 3610,35 + 3504,64$
 $= 7114,99 \text{ m}^3$
- Luas bekisting $= 3610,35 + 3504,64$
 $= 7114,99 \text{ m}^2$

2. Pekerjaan Tiang Pancang

I. Tangki Double Wall T-201

a. Perhitungan Kebutuhan Pengadaan Tiang Pancang $\phi 60\text{cm}$, Penyambungan Tiang, Pemotongan Tiang, dan Pengangkatan Tiang

Pada pekerjaan tiang panjang tangki T-201 tiang pancang yang digunakan memiliki data sebagai berikut:

- Diameter tiang pancang (ϕ) $= 0.60 \text{ m}$
- Panjang tiang pancang (L) $= 35.00 \text{ m}$
- Jumlah titik pancang (n_p) $= 590 \text{ buah}$

Dengan data yang ada direncanakan tiang pancang yang akan digunakan adalah 3 tiang pancang 12 meter. Sehingga kebutuhan tiang pancang dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Pengadaan Tiang} &= 3 \times 590 \\ &= 1770 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyambungan} &= \text{pemotongan} = \text{pengangkatan} = \text{pengadaan} \\ &= 1770 \text{ buah} \end{aligned}$$

b. Pemancangan Tiang

Karena tiang dengan panjang 12 dengan kebutuhan tiang pancang 1770 buah. Maka volume pemancangan dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Pemancangan tiang} &= 12 \text{ m} \times 1.770 \\ &= 21.240 \text{ m} \end{aligned}$$

II. Tangki Single Wall T-301

a. Perhitungan Kebutuhan Pengadaan Tiang Pancang $\phi 60\text{cm}$, Penyambungan Tiang, Pemotongan Tiang, dan Pengangkatan Tiang

Pada pekerjaan tiang panjang tangki T-301 tiang pancang yang digunakan memiliki data sebagai berikut:

Diameter tiang pancang (ϕ)	= 0.60 m
Panjang tiang pancang (L)	= 37.50 m
Jumlah titik pancang (n_p)	= 590 buah

Dengan data yang ada direncanakan tiang pancang yang akan digunakan adalah 2 tiang pancang 12 m dan 1 tiang pancang 16 m. Sehingga kebutuhan tiang pancang dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pengadaan Tiang} &= 3 \times 590 \\ &= 1770 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\text{Penyambungan} = \text{pemotongan} = \text{pengangkatan} = \text{pengadaan} = 1770 \text{ buah}$$

b. Pemancangan Tiang

Karena direncanakan tiang dengan panjang 12 m dan 1 tiang pancang 16 meter untuk 1770 buah. Maka volume pemancangan dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pemancangan tiang} &= 12 \text{ m} \times (1770 - (1770/3)) + 16 \text{ m} \times (1770/3) \\ &= 23600 \text{ m}\end{aligned}$$

Sehingga total volume untuk pekerjaan tiang pancang tangki dengan pondasi elevated adalah sebagai berikut:

Pengadaan Tiang	= 1770 + 1770 = 3540 buah
Pemancangan Tiang	= 21240 + 23600 = 44840 m
Penyambungan Tiang	= 3540 buah
Pemotongan Tiang	= 3540 buah
Pengangkatan tiang	= 3540 buah

4.3.2 Perhitungan Volume Tangki dengan Pondasi Konvensional

Pada konstruksi tangki dengan pondasi konvensional terdapat item pekerjaan yang sama seperti pada konstruksi tangki dengan pondasi *elevated* sehingga tidak dihitung lagi volume pekerjaannya. Item pekerjaan yang sama yaitu: perhitungan penulangan. Data teknis untuk tangki dengan pondasi konvensional didapat dari kontraktor proyek.

1. Pekerjaan Bottom Slab

I. Tangki Double Wall T-201

a. Perhitungan Beton

Data-data bottom slab T-201:

Diameter bottom slab = 67,8 m

Tinggi bottom slab = 1,5 m

$$\begin{aligned}\text{Volume pengecoran} &= \text{volume bottom slab} \\ &= \pi \times 0,25 \times 67,8^2 \times 1,5 \\ &= 5415,52\text{m}^3\end{aligned}$$

b. Perhitungan Bekisting

$$\begin{aligned}\text{Luas bekisting} &= \text{luas bottom slab} \\ &= \pi \times 0,25 \times 67,8^2 \\ &= 3610,35\text{m}^2\end{aligned}$$

II. Tangki Single Wall T-301

a. Perhitungan Beton

Data-data bottom slab T-301:

Diameter bottom slab = 66,8 m

Tinggi bottom slab = 1,5 m

$$\begin{aligned}\text{Volume pengecoran} &= \text{volume bottom slab} \\ &= \pi \times 0,25 \times 66,8^2 \times 1,5 \\ &= 5256,95\text{m}^3\end{aligned}$$

b. Perhitungan Bekisting

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bekistin} &= \text{luas bottom slab} \\
 &= \pi \times 0,25 \times 66,8^2 \\
 &= 3504,64 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga total volume untuk pekerjaan bottom slab tangki dengan pondasi konvensional adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan tulangan = 169.846,92 + 165.298,60
= 335.145,52 kg
- Volume Pengecoran = 5415,52 + 5256,95
= 10672,47 m³
- Luas bekisting = 3610,35 + 3504,64
= 7114,99 m²

2. Pekerjaan Tiang Pancang

I. Tangki Double Wall T-201

a. Perhitungan Kebutuhan Pengadaan Tiang Pancang $\phi 60$ cm, Penyambungan Tiang, Pemotongan Tiang, dan Pengangkatan Tiang

Pada pekerjaan tiang pancang tangki T-201 tiang pancang yang digunakan memiliki data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tiang pancang } (\phi) &= 0.60 \text{ m} \\
 \text{Panjang tiang pancang (L)} &= 30.00 \text{ m} \\
 \text{Jumlah titik pancang } (n_p) &= 614 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Dengan data yang ada direncanakan tiang pancang yang akan digunakan adalah 2 tiang pancang 12 meter dan 1 tiang pancang 6 meter. Sehingga kebutuhan tiang pancang dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Pengadaan Tiang} &= 3 \times 614 \\
 &= 1842 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penyambungan} &= \text{pemotongan} = \text{pengangkatan} = \text{pengadaan} \\
 &= 1842 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

b. Pemancangan Tiang

Karena direncanakan 2 tiang 12 m dan 1 tiang 6 m dengan kebutuhan tiang pancang 1842buah. Maka volume pemancangan dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pemancangan tiang} &= 12\text{m} \times (1842-1842/3) + 6\text{m} \times 1842/3 \\ &= 18420 \text{ m}\end{aligned}$$

II. Tangki Single Wall T-301

a. Perhitungan Kebutuhan Pengadaan Tiang Pancang $\phi 60\text{cm}$, Penyambungan Tiang, Pemotongan Tiang, dan Pengangkatan Tiang

Pada pekerjaan tiang panjang tangki T-301 tiang pancang yang digunakan memiliki data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Diameter tiang pancang } (\phi) &= 0.60 \text{ m} \\ \text{Panjang tiang pancang } (L) &= 30.00 \text{ m} \\ \text{Jumlah titik pancang } (n_p) &= 614 \text{ buah}\end{aligned}$$

Dengan data yang ada direncanakan adalah 2 tiang 12 m dan 1 tiang 6m. Sehingga kebutuhan tiang pancang dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pengadaan Tiang} &= 3 \text{ tiang} \times 614 \\ &= 1842 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyambungan} &= \text{pemotongan} = \text{pengangkatan} = \text{pengadaan} \\ &= 1842 \text{ buah}\end{aligned}$$

b. Pemancangan Tiang

Karena direncanakan 2 tiang 2 m dan 1 tiang 6 m dengan kebutuhan tiang pancang 1842buah. Maka volume pemancangan dapat dicari sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pemancangan tiang} &= 12\text{m} \times (1842-1842/3) + 6\text{m} \times 1842/3 \\ &= 18420 \text{ m}\end{aligned}$$

Sehingga total volume untuk pekerjaan tiang pancang tangki dengan pondasi konvensional adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pengadaan Tiang} &= 1842+1842=3684 \text{ buah} \\ \text{Pemancangan Tiang} &= 18420+18420=36840\text{m}\end{aligned}$$

Penyambungan Tiang = 3684 buah
 Pemotongan Tiang = 3684 buah
 Pengangkatan tiang = 3684 buah

4.3.3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis Harga Satuan Pekerjaan dihitung berdasarkan kebutuhan bahan serta tenaga kerja yang dibutuhkan. AHSP yang digunakan pada tugas akhir analisis biaya dan waktu ini adalah analisis harga satuan pekerja yang dibuat sendiri oleh penulis berdasarkan Pedoman Analisis Harga Satuan Bidang Pekerjaan Umum Tahun 2016. Pada perhitungan AHSP data-data yang dibutuhkan yaitu daftar harga satuan upah kerja, daftar harga satuan alat, daftar harga satuan bahan/material, dan perhitungan koefisien. Berikut contoh perhitungan analisis harga satuan adalah pekerjaan pemancangan tiang dan pekerjaan tank nozzle. Perhitungan analisis harga satuan untuk pekerjaan lainnya dapat dilihat pada Lampiran.

- Pekerjaan Pemancangan Tiang
- 1. Perhitungan koefisien

Perhitungan koefisien dilakukan mengacu pada Pedoman AHSP PU 2016. Untuk contoh perhitungan pekerjaan pemancangan tiang dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Perhitungan Koefisien AHS Pemancangan

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Per-m' pemancangan tiang pancang beton f60 cm				
<i>HPH1200e</i> <i>Piling Hammer</i>				

kapasitas per-jam (kontinyu)	V1	28,8	m/jam	didapat dari spesifikasi alat
faktor efisiensi alat	Fa	0,75		asumsi pemeliharaan mesin baik
waktu siklus per-titik pemancangan				
>waktu membongkar dan resetting Hammer pada posisi pancang	T1	25	menit	
>memasang tiang (termasuk sambungan) dan memancang	T2	25	menit	
>lain-lain (termasuk mengatur dan menggeser serta menunggu)	T3	10	menit	
	Ts1	60	menit	
kapasitas produksi/jam = $(V1 * Fa * T2 / Ts1)$	Q1	9	m/jam	
koefisien alat/buah = $(1/Q1)$		0,111	jam	
TENAGA				
Kebutuhan Tenaga				
Lama waktu kerja	Tk	7	jam	

produksi yang menentukan: Drop Hammer	Q1	9	m/jam	
Produksi/ hari= $Tk \times Q1$	Q1'	63	m/hari	
Kebutuhan Tenaga				bantu pancang
>Pekerja (bantu proses pemancangan)	P	10	orang	angkat+matching
>Operator	O	2	orang	bantu operator
>Pembantu Operator	PO	2	orang	
>Mandor	M	1	orang	
Koefisien Tenaga				
>Pekerja= ($Tk \times P/Q1'$)		1,111	OH	
>Operator = ($Tk \times O/Q1'$)		0,222	OH	
>Pembantu Operator = ($Tk \times PO/Q1'$)		0,222	OH	
>Mandor = ($Tk \times M/Q1'$)		0,111	OH	

2. Pembuatan AHSP

Setelah didapatkan koefisien dari perhitungan yang telah dilakukan langkah selanjutnya adalah membuat AHS itu sendiri dengan melengkapi daftar harga satuan alat, daftar harga satuan upah kerja, dan daftar harga satuan bahan/material yang didapat

melalui survey di lapangan maupun melalui brosur-brosur dari supplier. AHS yang telah jadi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 AHS Pemancangan Tiang

5	PEMANCANGAN TIANG				
a	upah:				
	pekerja	1,11	OH	100.000	111.111
	mandor	0,11	OH	160.000	17.777
	operator	0,22	OH	140.000	31.111
	pembantu operator	0,22	OH	122.000	27.111
b	alat:				
	drop hammer	0,11	jam	250.000	27.777
	biaya pemancangan 1 m				214.888

- Pekerjaan Tank Nozzle

1. Perhitungan koefisien

Karena pada Pedoman AHS PU 2016 tidak terdapat item pekerjaan tank nozzle maka penulis membuat koefisien sendiri berdasarkan cara perhitungan dari pasal 5.2.1.6 dari AHS PU 2016 dan tugas akhir “Analisa Perbandingan Metode *Bottom-Up* dan Metode *Top-Down* Pekerjaan *Basement* pada Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education.”

Untuk pekerjaan tank nozzle terdiri atas 46 orang tenaga kerja berupa 30 tukang dan 16 pekerja dengan produktivitas 4 buah nozzle/hari, terdapat juga 1 mandor dan 1 kepala tukang.

Tukang $= \text{jumlah orang/produktivitas}$
 $= 30/4$
 $= 7,5$
 Pekerja $= \text{jumlah pekerja/produktifitas}$
 $= 16/4$
 $= 4$
 Mandor $= \text{koef. pekerja/pekerja}$
 $= 7,5/30$
 $= 0,25$
 Kepala tukang $= \text{koefisien tukang/tukang}$
 $= 4/16$
 $= 0,25$

Untuk memperoleh hasil yang efisien dalam perhitungan biaya, maka produktivitas pada tenaga kerja diperbesar 20% sehingga didapatkan koefisien seperti dibawah ini:

no	uraian	koefisien	satuan
b	upah:		
	pekerja	9,00	oh
	mandor	0,36	oh
	tukang	4,80	oh
	kepala tukang	0,36	oh

2. Pembuatan AHSP

no	uraian	koefisien	satuan	harga satuan	jumlah
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000,00	900.000,00
	mandor	0,36	oh	160.000,00	57.600,00

	tukang	4,80	oh	122.000,00	585.600,00
	kepala tukang	0,36	oh	140.000,00	50.400,00
					1.593.600,00

Untuk rekapitulasi analisa harga satuan pekerjaan untuk tangki dengan pondasi elevated dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan untuk tangki dengan pondasi konvensional dapat dilihat pada Tabel 4.8. Untuk analisa harga satuan pekerjaan yang lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 4.7 AHS Tangki dengan Pondasi Elevated

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	1m3 Beton fc'29 MPa ready mix	1.199.344,88
2	1m2 Bekisting	128.245,00
3	Pembesian 100kg dengan besi polos/ulir	30.513,00
4	Pengadaan 1 tiang $\phi 60,00\text{cm}$	8.373.198,00
5	Pemancangan tiang	214.888,89
6	Penyambungan Tiang Pancang	697.793,22
7	Pemotongan tiang pancang	700.420,34
8	Pengangkatan tiang pancang	391.633,33
9	Tank nozzle T-201	980.979.518,21
10	Anchor strap T-201	2.669.892.600,00
11	Annular Plate T-201	6.001.593.600,00
12	Roof Structure T-201	15.001.655.028,57
13	Outer bottom plate T-201	45.001.593.600,00
14	Inner bottom plate T-201	15.001.593.600,00
15	Inner shell plate T-201	60.001.593.600,00

16	Outer shell T-201	69.584.393.600,00
17	Tank nozzle T-301	368.952.934,88
18	Annular plate T-301	6.000.306.366,67
19	Roof structure T-301	15.000.367.795,24
20	Bottom plate T-301	45.000.306.366,67
21	Anchor strap T-301	2.368.605.366,67
22	Shell T-301	56.230.106.366,67
23	Direksi keet & gudang sementara	1.570.088,30

Tabel 4.8 AHS Tangki dengan Pondasi Konvensional

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	1 m3 Beton fc'29 MPa ready mix	1.199.344,88
2	1 m2 Bekisting	128.245,00
3	Pembesian 100kg dengan besi polos/ulir	5.742.857,14
4	Pengadaan 1 tiang $\phi 60,00\text{cm}$	5.742.857,14
5	Pemancangan Tiang	214.888,89
6	Penyambungan Tiang Pancang	697.793,22
7	Pemotongan Tiang Pancang	700.420,34
8	Pengangkatan Tiang Pancang	391.633,33
9	Tank Nozzle T-201	980.979.518,21
10	Anchor Strap T-201	2.669.892.600,00
11	Annular Plate T-201	6.001.593.600,00
12	Roof Structure T-201	15.001.655.028,57
13	Outer Bottom Plate T-201	45.001.593.600,00
14	Inner Bottom Plate T-201	15.001.593.600,00
15	Inner Shell Plate T-201	60.001.593.600,00
16	Outer Shell T-201	69.584.393.600,00
17	Wire Heater T-201	2.854.775.618,15

18	Heater & TC Conduit T-201	24.123.480,040
19	Tank Nozzle T-301	368.952.934,88
20	Annular Plate T-301	6.000.306.366,67
21	Roof Structure T-301	15.000.367.795,24
22	Bottom Plate T-301	45.000.306.366,67
23	Anchor Strap T-301	2.368.605.366,67
24	Shell T-301	56.230.106.366,67
25	Wire Heater T-301	2.854.775.618,15
26	Heater & TC Conduit T-301	24.123.480,040
27	Direksi Keet & Gudang Sementara	1.570.088,30

4.3.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB dihitung dengan cara mengalikan volume total item pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. RAB untuk tangki dengan pondasi *elevated* dan tangki dengan pondasi konvensional dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Rencana Anggaran Biaya Tangki Pondasi Elevated

no	uraian pekerjaan	volume	satuan	harga	jumlah harga
A	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	pembersihan lapangan	1	Ls	12.000.000	12.000.000
2	pengukuran dan penetapan	1	Ls	30.000.000	30.000.000
3	mobilisasi dan demobilisasi	1	Ls	120.000.000	120.000.000
4	direksi keet	570	m2	1.570.088	894.950.331
5	gudang	240	m2	1.570.088	376.821.192

6	papan nama proyek	1	Ls	500.000	500.000
B PEKERJAAN TIANG PANCANG					
1	Pengadaan tiang pancang f60cm	3540	buah	8.373.198	29.641.120.920
2	Pemancangan tiang	44840	m'	214.889	9.635.617.778
3	penyambungan tiang	3540	buah	697.793	2.470.188.000
4	pemotongan tiang	3540	buah	700.420	2.479.488.000
5	pengangkatan tiang	3540	buah	391.633	1.386.382.000
C PEKERJAAN BOTTOM SLAB					
1	Beton fc' 29 Mpa	7114,98	m3	1.199.345	8.533.320.569
2	Besi f	335145,52	kg	30.513	10.226.295.252
3	Bekisting	7114,99	m2	128.245	912.461.264
D PEKERJAAN TANGKI REFRIGERATED T-201					
1	pemasangan tank nozzle	1	Ls	980.979.518	980.979.518
2	pemasangan anchor strap	1	Ls	2.669.892.600	2.669.892.600
3	pemasangan annular plate	1	Ls	6.001.593.600	6.001.593.600
4	pemasangan roof structure	1	Ls	15.001.655.029	15.001.655.029

5	pemasangan outer bottom plate	1	Ls	45.001.593.600	45.001.593.600
6	pemasangan inner bottom plate	1	Ls	15.001.593.600	15.001.593.600
7	pemasangan inner shell	1	Ls	60.001.593.600	60.001.593.600
8	pemasangan outer shell	1	Ls	69.584.393.600	69.584.393.600
E	PEKERJAAN TANGKI REFRIGERATED T-301				
1	pemasangan tank nozzle	1	Ls	368.952.935	368.952.935
2	pemasangan annular plate	1	Ls	6.000.306.367	6.000.306.367
3	pemasangan roof structure	1	Ls	45.000.306.367	15.000.367.795
4	pemasangan bottom plate	1	Ls	45.000.306.367	45.000.306.367
5	pemasangan anchor strap	1	Ls	2.368.605.367	2.368.605.367
6	pemasangan shell	1	Ls	56.230.106.367	56.230.106.367
F	PEKERJAAN FINISHING				
1	Inspeksi Tangki	2	Ls	50.000.000	100.000.000
2	Function Test	2	Ls	100.000.000	200.000.000
	TOTAL				406.231.085.649

Tabel 4.10 Rencana Anggaran Biaya Tangki Pondasi
Konvensional

no	uraian pekerjaan	volume	satuan	harga	jumlah harga
A	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	pembersihan lapangan	1	Ls	12.000.000	12.000.000
2	pengukuran dan penetapan	1	Ls	30.000.000	30.000.000
3	mobilisasi dan demobilisasi	1	Ls	120.000.000	120.000.000
4	direksi keet	570	m2	1.570.088	894.950.331
5	gudang	240	m2	1.570.088	376.821.192
6	papan nama proyek	1	Ls	500.000	500.000
B	PEKERJAAN TIANG PANCANG				
1	Pengadaan tiang pancang f60cm	3684	buah	8.373.198	30.846.861.432
2	Pemancangan tiang	36840	m'	214.889	7.916.506.667
3	penyambungan tiang	3684	buah	697.793	2.570.670.224
4	pemotongan tiang	3684	buah	700.420	2.580.348.529
5	pengangkatan tiang	3684	buah	391.633	1.442.777.200
C	PEKERJAAN BOTTOM SLAB				

1	Beton fc' 29 Mpa	10672,48	m3	1.199.345	12.799.980.853
2	Besi f	335145,52	kg	30.513	10.226.295.252
3	Bekisting	7114,99	m2	128.245	912.461.264
4	pemasangan wire heater T- 201	1	Ls	2.854.775.618	2.854.775.618
5	pemasangan heater&tc conduit T-201	1	Ls	24.123.480	24.123.480
6	pemasangan wire heater T- 301	1	Ls	2.854.775.618	2.854.775.618
7	pemasangan heater &tc conduit T-301	1	Ls	24.123.480	24.123.480
D PEKERJAAN TANGKI REFRIGERATED T-201					
1	pemasangan tank nozzle	1	Ls	980.979.518	980.979.518
2	pemasangan anchor strap	1	Ls	2.669.892.600	2.669.892.600
3	pemasangan annular plate	1	Ls	6.001.593.600	6.001.593.600
4	pemasangan roof structure	1	Ls	15.001.655.029	15.001.655.029
5	pemasangan outer bottom plate	1	Ls	45.001.593.600	45.001.593.600

6	pemasangan inner bottom plate	1	Ls	15.001.593.600	15.001.593.600
7	pemasangan inner shell	1	Ls	60.001.593.600	60.001.593.600
8	pemasangan outer shell	1	Ls	69.584.393.600	69.584.393.600
E PEKERJAAN TANGKI REFRIGERATED T-301					
1	pemasangan tank nozzle	1	Ls	368.952.935	368.952.935
2	pemasangan annular plate	1	Ls	6.000.306.367	6.000.306.367
3	pemasangan roof structure	1	Ls	15.000.367.795	15.000.367.795
4	pemasangan bottom plate	1	Ls	45.000.306.367	45.000.306.367
5	pemasangan anchor strap	1	Ls	2.368.605.367	2.368.605.367
6	pemasangan shell	1	Ls	56.230.106.367	56.230.106.367
F PEKERJAAN FINISHING					
1	Inspeksi Tangki	2	Ls	50.000.000	100.000.000
2	Function Test	2	Ls	100.000.000	200.000.000
	TOTAL				415.999.911.484

4.4 Analisis Waktu

Untuk menghitung waktu pelaksanaan perlu diketahui produktivitas dari alat yang digunakan, produktivitas pekerja serta kebutuhan pekerja per item pekerjaan.

4.4.1 Waktu Pelaksanaan Konstruksi Tangki dengan Pondasi *Elevated*

I. Tangki Double Wall T-201

1. Pekerjaan Tiang Pancang

- Pemancangan tiang

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *drop hammer*. Dengan spesifikasi alat

Tipe : HPH1200e

Pabrikan : Dawson Construction Plant Ltd

Impact velocity : 285,60 mph

Blow rate : 80-120 bpm

a. Produktivitas

Diketahui dari wawancara dengan Pak Fakhtur dari WIKA selaku manajer proyek di lapangan bahwa tiang pancang yang terpancang setiap harinya adalah 7 titik sehingga perhitungan kapasitas produksi *drop hammer* adalah sebagai berikut:

Kapasitas per-jam (kontinyu) : 28,80 m/jam

Faktor efisiensi alat (Fa) : 0,75 (pemeliharaan mesin baik)

Waktu membongkar dan resetting hammer (T1): 25 menit

Waktu memasang tiang dan memancang (T2) : 25 menit

Waktu mengatur dan menggeser tiang (T3) : 10 menit

Waktu siklus pemancangan (Ts1) = T1+T2+T3

$$= 25+25+10$$

$$= 60 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam} &= Q1 = \frac{V1 \times Fa \times T2}{Ts1} \\ &= \frac{28,80 \times 0,75 \times 25}{60} \end{aligned}$$

$$= 9 \text{ m/jam}$$

Waktu kerja per hari = 7 jam

Kapasitas produksi/ hari = 9 x 7 jam = 63 m/hari

b. Durasi

Produktivitas drop hammer (a) = 63 m/hari

Jumlah tiang di 1 titik(b) = 3 titik

Panjang 1 tiang (c) = 12 m

Jumlah drop hammer (d) = 4 buah

Tinggi pondasi elevated (e) = 1,2 m

Durasi Pekerjaan Pemancangan tiang pancang=

Tabel 4.11 Durasi Pemancangan Tiang T-201 *Elevated*

bagian	jumlah titik	panjang (m)	durasi (hari)	durasi (hari)
(1)	(2)	(3)=(2)x(b)x(c)-(e)	(4)=(3)/((a)x(d))	(5)
1	8	286,8	1,14	2,00
2	14	502,8	2,00	2,00
3	24	862,8	3,42	4,00
4	24	862,8	3,42	4,00
5	36	1294,8	5,14	6,00
6	36	1294,8	5,14	6,00
7	36	1294,8	5,14	6,00
8	36	1294,8	5,14	6,00
9	36	1294,8	5,14	6,00
10	72	2590,8	10,28	11,00
11	72	2590,8	10,28	11,00
12	72	2590,8	10,28	11,00
13	72	2590,8	10,28	11,00
14	52	1870,8	7,42	8,00

- Penyambungan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 1 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan Pak Fakhtur dari

WIKa selaku manajer proyek di lapangan diketahui bahwa produktivitasnya adalah 14 buah/hari. Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan menggunakan 1 grup dengan komposisi:

1 mandor

6 pekerja

2 tukang

1 kepala tukang

Produktivitas (a) = 14 buah /hari

Jumlah tiang tiap 1 titik (b) = 3 tiang

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemancangan tiang=

Tabel 4.12 Durasi Penyambungan Tiang T-201 *Elevated*

bagian	jumlah titik	jumlah sambungan	durasi (hari)	
(1)	(2)	(3)=(2)*((b)-1)	(4)=(3)/(a)	(5)
1	8	16	1,14	2
2	14	28	2,00	2
3	24	48	3,43	4
4	24	48	3,43	4
5	36	72	5,14	6
6	36	72	5,14	6
7	36	72	5,14	6
8	36	72	5,14	6
9	36	72	5,14	6
10	72	144	10,29	11
11	72	144	10,29	11
12	72	144	10,29	11
13	72	144	10,29	11

14	52	104	7,43	8
----	----	-----	------	---

- Pemotongan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 4 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan Pak Fakhtur dari WIKA selaku manajer proyek di lapangan diketahui bahwa produktivitas pemotongan tiang tiap harinya adalah 6 buah/grup/hari. Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan 1 grup mempunyai komposisi:

1 mandor

2 pekerja

1 tukang

1 kepala tukang

Karena digunakan 4 grup tenaga kerja sehingga didapatkan produktivitas pemotongan tiang= 4 grup x 6 buah/grup/hari= 24 buah/hari

Produktivitas (a) = 24 buah /hari

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemotongan tiang=

Tabel 4.13 Durasi Pemotongan Tiang T-201 *Elevated*

bagian	jumlah titik	jumlah terpotong	durasi	
(1)	(2)	(3)=(2) x 1	(4) = (3)/(a)	(5)
1	8	8	0,333	1
2	14	14	0,583	1
3	24	24	1,000	1
4	24	24	1,000	1
5	36	36	1,500	2

6	36	36	1,500	2
7	36	36	1,500	2
8	36	36	1,500	2
9	36	36	1,500	2
10	72	72	3,000	3
11	72	72	3,000	3
12	72	72	3,000	3
13	72	72	3,000	3
14	52	52	2,167	3

2. Pekerjaan Bottom Slab

- Pekerjaan Pembesian

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan pembesian diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pembesian 1 grup adalah 730 kg/grup/hari.

Volume pembesian = 169.846,9kg

Waktu kerja per hari = 7 jam

b. Durasi

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas} \times \text{waktu kerja per hari}} \\
 &= \frac{169846,9}{730 \times 7} \\
 &= 33,24 \approx 34 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan Bekisting

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan bekisting diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pemasangan bekisting 1 grup adalah $16\text{m}^2/\text{orang}/\text{hari}$. Sehingga produktivitasnya = $16 \times (25 \text{ pekerja} + 4 \text{ tukang}) = 464 \text{ m}^2/\text{grup}/\text{hari}$

Volume bekisting = $3610,35 \text{ m}^2$

b. Durasi

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas per hari}} = \frac{3610,35}{464} = 7,78 \approx 8 \text{ hari}$$

- Pengecoran

a. Produktivitas

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *concrete pump*.

Dengan spesifikasi alat

Tipe : BSA 120-D

Pabrikan : Putzmeister America, Inc

Produktivitas : $87 \text{ m}^3/\text{jam}$

b. Durasi

Produktivitas concrete pump(a) = $87 \text{ m}^3/\text{jam}$

Volume base slab(b) = $3610,35 \text{ m}^3$

Jumlah alat cor (c) = 2 buah

$$\text{Durasi} = \frac{b}{a \times c} = \frac{3610,35}{87 \times 2} = 20,74 \text{ jam} \approx 1 \text{ hari}$$

Karena pekerjaan pengecoran harus dilakukan kontinyu menerus maka durasinya adalah 1 hari.

II. Tangki Single Wall T-301

1. Pekerjaan Tiang Pancang

- Pemancangan tiang

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *drop hammer*. Dengan spesifikasi alat

Tipe : HPH1200e
 Pabrik : Dawson Construction Plant Ltd
 Impact velocity : 285,60 mph
 Blow rate : 80-120 bpm

a. Produktivitas

Diketahui dari wawancara dengan ahli di lapangan bahwa tiang pancang yang terpancang setiap harinya adalah 7 titik sehingga perhitungan kapasitas produksi *drop hammer* adalah sebagai berikut:

Kapasitas per-jam (kontinyu) : 28,80 m/jam
 Faktor efisiensi alat (Fa) : 0,75 (pemeliharaan mesin baik)

Waktu membongkar dan resetting hammer (T1): 25 menit

Waktu memasang tiang dan memancang (T2) : 25 menit

Waktu mengatur dan menggeser tiang (T3) : 10 menit

Waktu siklus pemancangan (Ts1) = T1+T2+T3
 = 25+25+10
 = 60 menit

Kapasitas produksi/jam = $Q1 = \frac{V1 \times Fa \times T2}{Ts1}$

$$= \frac{28,80 \times 0,75 \times 25}{60}$$

 = 9 m/jam

Waktu kerja per hari = 7 jam

Kapasitas produksi/ hari = 9 x 7 jam = 63 m/hari

b. Durasi

Produktivitas drop hammer (a) = 63 m/hari

Jumlah tiang di 1 titik = 2 tiang 12m 1 tiang 16m

Panjang tiang di 1 titik (b) = 2 x 12m + 1 x 16m = 40 m

Jumlah drop hammer (c) = 4 buah

Tinggi pondasi elevated (d) = 1,2 m

Durasi Pekerjaan Pemancangan tiang pancang=

Tabel 4.14 Durasi Pemancangan Tiang T-301 *Elevated*

bagian	jumlah titik	panjang (m)	durasi (hari)	durasi (hari)
(1)	(2)	(3)=(2)x(b)-(d)	(4)=(3)/((a)x(c))	(5)
1	8	318,8	1,27	2,00
2	14	558,8	2,22	3,00
3	24	958,8	3,80	4,00
4	24	958,8	3,80	4,00
5	36	1438,8	5,71	6,00
6	36	1438,8	5,71	6,00
7	36	1438,8	5,71	6,00
8	36	1438,8	5,71	6,00
9	36	1438,8	5,71	6,00
10	72	2878,8	11,42	12,00
11	72	2878,8	11,42	12,00
12	72	2878,8	11,42	12,00
13	72	2878,8	11,42	12,00
14	52	2078,8	8,25	9,00

- Penyambungan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 1 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitasnya adalah 14 buah/hari. Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan menggunakan 1 grup dengan komposisi:

1 mandor

6 pekerja

2 tukang

1 kepala tukang

Produktivitas (a) = 14 buah/hari

Jumlah tiang tiap 1 titik (b) = 3 tiang

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemancangan tiang=

Tabel 4.15 Durasi Penyambungan Tiang T-301 *Elevated*

bagian	jumlah titik	jumlah sambungan	durasi (hari)	
(1)	(2)	(3)=(2)*((b)-1)	(4)=(3)/(a)	(5)
1	8	16	1,14	2
2	14	28	2,00	2
3	24	48	3,43	4
4	24	48	3,43	4
5	36	72	5,14	6
6	36	72	5,14	6
7	36	72	5,14	6
8	36	72	5,14	6
9	36	72	5,14	6
10	72	144	10,29	11
11	72	144	10,29	11
12	72	144	10,29	11
13	72	144	10,29	11
14	52	104	7,43	8

Karena penyambungan tiang harus sejalan dengan pemancangan maka durasinya menjadi sama dengan durasi pemancangan yaitu 100 hari.

- Pemotongan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 4 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan ahli di lapangan

diketahui bahwa produktivitasnya adalah 6 buah/grup/hari.

Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan 1 grup mempunyai komposisi:

1 mandor

2 pekerja

1 tukang

1 kepala tukang

Karena digunakan 4 grup tenaga kerja sehingga didapatkan produktivitas pemotongan tiang = $4 \text{ grup} \times 6 \text{ buah/grup/hari} = 24 \text{ buah/hari}$

Produktivitas (a) = 24 buah /hari

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemotongan tiang =

Tabel 4.16 Durasi Pemotongan Tiang T-301 *Elevated*

bagian	jumlah titik	jumlah terpotong	durasi	
(1)	(2)	(3)=(2) x 1	(4) = (3)/(a)	(5)
1	8	8	0,333	1
2	14	14	0,583	1
3	24	24	1,000	1
4	24	24	1,000	1
5	36	36	1,500	2
6	36	36	1,500	2
7	36	36	1,500	2
8	36	36	1,500	2
9	36	36	1,500	2
10	72	72	3,000	3
11	72	72	3,000	3
12	72	72	3,000	3

13	72	72	3,000	3
14	52	52	2,167	3

2. Pekerjaan Bottom Slab

- Pekerjaan Pembesian

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan pembesian diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pembesian 1 grup adalah 730 kg/grup/hari.

Volume pembesian = 165.298,6kg

Waktu kerja per hari = 7 jam

b. Durasi

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas} \times \text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{165298,6}{730 \times 7} \\ &= 32,34 \approx 33 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Pekerjaan Bekisting

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan bekisting diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pemasangan bekisting 1 grup adalah

16m²/orang/hari. Sehingga produktivitasnya= 16 x (25 pekerja+4tukang)=464 m²/grup/hari

Volume bekisting = 3610,35 m²

b. Durasi

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas per hari}} = \frac{3504,64}{464} = 7,55 \approx 8 \text{ hari}$$

- Pengecoran

a. Produktivitas

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *concrete pump*.

Dengan spesifikasi alat

Tipe : BSA 120-D

Pabrikan : Putzmeister America, Inc

Produktivitas : 87 m³/jam

b. Durasi

Produktivitas concrete pump(a) = 87 m³/jam

Volume base slab(b) = 3504,64 m³

Jumlah alat cor (c) = 2 buah

$$\text{Durasi} = \frac{b}{a \times c} = \frac{3504,64}{87 \times 2} = 20,14 \text{ jam} \approx 1 \text{ hari}$$

Karena pekerjaan pengecoran harus dilakukan kontinyu menerus maka durasinya adalah 1 hari.

3. Pekerjaan Tangki Refrigerated LPG

Durasi pekerjaan tangki refrigerated LPG diketahui melalui wawancara kepada ahli di lapangan. Dimana datanya didapat sebagai berikut:

Tabel 4.17 Durasi Pekerjaan Tangki T-201 pada Pondasi Elevated

Nomor	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Pemasangan Annular Plate&Outer Shell #1~3	45

2	Instalasi Roof Structure	30
3	Pemasangan Outer Shell	30
4	Pengangkatan Roof Structure	1
5	Instalasi Outer Bottom Plate	28
6	Instalasi Bottom Insulation& Inner Bottom Plate	51
7	Pemasangan Inner Shell	30
8	Pemasangan Tank Nozzle	45
9	Pemasangan Anchor Strap	30
10	Opening Close & Hydro Test	60
11	Instalasi Wall PUF& Deck	60
12	Nitrogen Purge & Dry Out	40
13	Cool Down & LPG Filling	20

Tabel 4.18 Durasi Pekerjaan Tangki T-301 pada Pondasi Elevated

Nomor	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Pemasangan Annular Plate& Shell #1~3	30
2	Instalasi Roof Structure	15
3	Pemasangan Shell	25
4	Pengangkatan Roof Structure	1
5	Instalasi Bottom Plate	25
6	Instalasi Bottom Insulation	15
7	Pemasangan Tank Nozzle	45
8	Pemasangan Anchor Strap	30
9	Opening Close & Hydro Test	60
10	Instalasi Wall PUF& Deck	80
11	Nitrogen Purge & Dry Out	40
12	Cool Down & LPG Filling	20

4.4.2 Waktu Pelaksanaan Konstruksi Tangki dengan Pondasi Konvensional

I. Tangki Double Wall T-201

1. Pekerjaan Tiang Pancang

- Pemancangan tiang

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *drop hammer*. Dengan spesifikasi alat

Tipe : HPH1200e

Pabrikan : Dawson Construction Plant Ltd

Impact velocity : 285,60 mph

Blow rate : 80-120 bpm

a. Produktivitas

Diketahui dari wawancara dengan ahli di lapangan bahwa tiang pancang yang terpancang setiap harinya adalah 7 titik sehingga perhitungan kapasitas produksi *drop hammer* adalah sebagai berikut:

Kapasitas per-jam (kontinyu) : 28,80 m/jam

Faktor efisiensi alat (Fa) : 0,75 (pemeliharaan mesin baik)

Waktu membongkar dan resetting hammer (T1) : 25menit

Waktu memasang tiang dan memancang (T2) : 25menit

Waktu mengatur dan menggeser tiang (T3) : 10menit

Waktu siklus pemancangan (Ts1) = T1+T2+T3

= 25+25+10

= 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam} = Q &= \frac{V1 \times Fa \times T2}{Ts} \\ &= \frac{28,80 \times 0,75 \times 25}{60} \\ &= 9 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

Waktu kerja per hari = 7 jam

Kapasitas produksi/ hari = 9 x 7 jam = 63 m/hari

b. Durasi

Produktivitas alat (a) = 63 m/hari

Tiang di 1 titik = 2 tiang 12m 1 tiang 6m

Panjang tiang/titik (b) = $2 \times 12\text{m} + 1 \times 6\text{m} = 30\text{ m}$

Jumlah alat (c) = 4 buah

Durasi Pekerjaan Pemancangan tiang pancang=

Tabel 4.19 Durasi Pemancangan Tiang T-201 Konvensional

bagian	jumlah titik	panjang (m)	durasi (hari)	
(1)	(2)	(3)=(2)x(b)	(4)=(3)/((a)x(c))	
1	8	240	0,95	1,00
2	18	540	2,14	3,00
3	24	720	2,86	3,00
4	30	900	3,57	4,00
5	40	1200	4,76	5,00
6	45	1350	5,36	6,00
7	45	1350	5,36	6,00
8	60	1800	7,14	8,00
9	60	1800	7,14	8,00
10	60	1800	7,14	8,00
11	72	2160	8,57	9,00
12	72	2160	8,57	9,00
13	80	2400	9,52	10,00

- Penyambungan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 1 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitasnya 14 buah/hari. Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan menggunakan 1 grup dengan komposisi:

1 mandor

6 pekerja

2 tukang

1 kepala tukang

Produktivitas (a) = 14 buah /hari

Jumlah tiang tiap 1 titik (b) = 3 tiang

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemancangan tiang=

Tabel 4.20 Durasi Penyambungan Tiang T-201 Konvensional

bagian	jumlah titik	jumlah sambungan	durasi (hari)	
(1)	(2)	(3)=(2)*((b)-1)	(4)=(3)/(a)	
1	8	16	1,14	2
2	18	36	2,57	3
3	24	48	3,43	4
4	30	60	4,29	5
5	40	80	5,71	6
6	45	90	6,43	7
7	45	90	6,43	7
8	60	120	8,57	9
9	60	120	8,57	9
10	60	120	8,57	9
11	72	144	10,29	11
12	72	144	10,29	11
13	80	160	11,43	12

- Pemotongan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 4 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pemotongan tiang tiap harinya adalah 6 buah/grup/hari. Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan 1 grup mempunyai komposisi:

1 mandor

2 pekerja

1 tukang

1 kepala tukang

Karena digunakan 4 grup tenaga kerja sehingga didapatkan produktivitas pemotongan tiang = $4 \text{ grup} \times 6 \text{ buah/grup/hari} = 24 \text{ buah/hari}$

Produktivitas (a) = 24 buah /hari

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemotongan tiang =

Tabel 4.21 Durasi Pemotongan Tiang T-201 Konvensional

bagian	jumlah titik	jumlah terpotong	durasi (hari)	
(1)	(2)	(3)=(2) x 1	(4) = (3)/(a)	
1	8	8	0,33	1
2	18	18	0,75	1
3	24	24	1,00	1
4	30	30	1,25	2
5	40	40	1,67	2
6	45	45	1,88	2
7	45	45	1,88	2
8	60	60	2,50	3
9	60	60	2,50	3

10	60	60	2,50	3
11	72	72	3,00	3
12	72	72	3,00	3
13	80	80	3,33	4

2. Pekerjaan Bottom Slab

- Pekerjaan Pembesian

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan pembesian diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pembesian 1 grup adalah 730 kg/grup/hari.

Volume pembesian = 169.846,9kg

Waktu kerja per hari = 7 jam

b. Durasi

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas} \times \text{waktu kerja per hari}} \\
 &= \frac{169846,9}{730 \times 7} \\
 &= 33,24 \approx 34 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan Bekisting

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan bekisting diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pemasangan bekisting 1 grup adalah $16\text{m}^2/\text{orang}/\text{hari}$. Sehingga produktivitasnya = $16 \times (25 \text{ pekerja} + 4 \text{ tukang}) = 464 \text{ m}^2/\text{grup}/\text{hari}$

Volume bekisting = $3610,35 \text{ m}^2$

b. Durasi

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas per hari}} = \frac{3610,35}{464} = 7,78 \approx 8 \text{ hari}$$

- Pengecoran

a. Produktivitas

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *concrete pump*.

Dengan spesifikasi alat

Tipe : BSA 120-D

Pabrikan : Putzmeister America, Inc

Produktivitas : $87 \text{ m}^3/\text{jam}$

b. Durasi

Produktivitas concrete pump(a) = $87 \text{ m}^3/\text{jam}$

Volume base slab(b) = $5415,53 \text{ m}^3$

Jumlah alat cor (c) = 2 buah

$$\text{Durasi} = \frac{b}{a \times c} = \frac{5415,53}{87 \times 2} = 31,12 \text{ jam} \approx 1 \text{ hari}$$

Karena pekerjaan pengecoran harus dilakukan kontinyu menerus maka durasinya adalah 1 hari.

II. Tangki Single Wall T-301

1. Pekerjaan Tiang Pancang

- Pemancangan tiang

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *drop hammer*.

Dengan spesifikasi alat

Tipe : HPH1200e

Pabrikan : Dawson Construction Plant Ltd

Impact velocity : $285,60 \text{ mph}$

Blow rate : 80-120 bpm

a. Produktivitas

Diketahui dari wawancara dengan ahli di lapangan bahwa tiang pancang yang terpancang setiap harinya adalah 7 titik sehingga perhitungan kapasitas produksi *drop hammer* adalah sebagai berikut:

Kapasitas per-jam (kontinyu) : 28,80 m/jam

Faktor efisiensi alat (Fa) : 0,75 (pemeliharaan mesin baik)

Waktu membongkar dan resetting hammer (T1) : 25 menit

Waktu memasang tiang dan memancang (T2) : 25 menit

Waktu mengatur dan menggeser tiang (T3) : 10 menit

Waktu siklus pemancangan (Ts1) = T1+T2+T3

$$= 25+25+10$$

$$= 60 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam} &= Q1 \quad \frac{V1 \times Fa \times T2}{Ts1} \\ &= \frac{28,80 \times 0,75 \times 25}{60} \\ &= 9 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

Waktu kerja per hari = 7 jam

Kapasitas produksi/ hari = 9 x 7 jam = 63 m/hari

b. Durasi

Produktivitas alat (a) = 63 m/hari

Jumlah tiang di 1 titik = 2 tiang 12m 1 tiang 6m

Panjang tiang/titik (b) = 2 x 12m + 1 x 6m = 30 m

Jumlah alat (c) = 4 buah

Durasi Pekerjaan Pemancangan tiang pancang =

Tabel 4.22 Durasi Pemancangan Tiang T-301 Konvensional

bagian	jumlah titik	panjang (m)	durasi (hari)
--------	--------------	-------------	---------------

(1)	(2)	(3)=(2)x(b)x(c)	(4)=(3)/((a)x(d))	
1	8	240	0,95	1,00
2	18	540	2,14	3,00
3	24	720	2,86	3,00
4	30	900	3,57	4,00
5	40	1200	4,76	5,00
6	45	1350	5,36	6,00
7	45	1350	5,36	6,00
8	60	1800	7,14	8,00
9	60	1800	7,14	8,00
10	60	1800	7,14	8,00
11	72	2160	8,57	9,00
12	72	2160	8,57	9,00
13	80	2400	9,52	10,00

- Penyambungan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 1 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas penyambungan tiang tiap harinya adalah 14 buah/hari. Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan menggunakan 1 grup dengan komposisi:

1 mandor

6 pekerja

2 tukang

1 kepala tukang

Produktivitas (a) = 14 buah /hari

Jumlah tiang tiap 1 titik (b) = 3 tiang

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemancangan tiang=

Tabel 4.23 Durasi Penyambungan Tiang T-301 Konvensional

bagian	jumlah titik	jumlah sambungan	durasi (hari)	
(1)	(2)	$(3)=(2) \times ((b)-1)$	$(4)=(3)/(a)$	
1	8	16	1,14	2
2	18	36	2,57	3
3	24	48	3,43	4
4	30	60	4,29	5
5	40	80	5,71	6
6	45	90	6,43	7
7	45	90	6,43	7
8	60	120	8,57	9
9	60	120	8,57	9
10	60	120	8,57	9
11	72	144	10,29	11
12	72	144	10,29	11
13	80	160	11,43	12

- Pemotongan tiang

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan penyambungan tiang diperlukan 4 grup tenaga kerja. Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitasnya adalah 6 buah/grup/hari.

Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Direncanakan 1 grup mempunyai komposisi:

1 mandor

2 pekerja

1 tukang

1 kepala tukang

Karena digunakan 4 grup tenaga kerja sehingga didapatkan produktivitas pemotongan tiang= 4 grup x 6 buah/grup/hari= 24 buah/hari

Produktivitas(a) = 24 buah /hari

b. Durasi

Dari data yang ada maka didapatkan durasi pemotongan tiang=

Tabel 4.24 Durasi Pemotongan Tiang T-301 Konvensional

bagian	jumlah titik	jumlah potong	durasi (hari)	
(1)	(2)	(3)=(2)x1	(4)=(3)/(a)	
1	8	8	0,33	1
2	18	18	0,75	1
3	24	24	1,00	1
4	30	30	1,25	2
5	40	40	1,67	2
6	45	45	1,88	2
7	45	45	1,88	2
8	60	60	2,50	3
9	60	60	2,50	3
10	60	60	2,50	3
11	72	72	3,00	3
12	72	72	3,00	3
13	80	80	3,33	4

2. Pekerjaan Bottom Slab

- Pekerjaan Pembesian

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan pembesian diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pembesian 1 grup adalah 730 kg/grup/hari.

Volume pembesian = 165.298,6kg

Waktu kerja per hari = 7 jam

b. Durasi

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas} \times \text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{165.298,6}{730 \times 7} \\ &= 32,34 \approx 33 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Pekerjaan Bekisting

a. Produktivitas

Untuk mengerjakan bekisting diperlukan 1 grup tenaga kerja dengan komposisi:

1 mandor

1 kepala tukang

25 pekerja

4 tukang

Dari wawancara dengan ahli di lapangan diketahui bahwa produktivitas pemasangan bekisting 1 grup adalah 16m²/orang/hari. Sehingga produktivitasnya= 16 x (25 pekerja+4tukang)=464 m²/grup/hari

Volume bekisting= 3.504,64 m²

b. Durasi

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas per hari}} = \frac{3.504,64}{464} = 7,55 \approx \\ &8 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Pengecoran

a. Produktivitas

Pada pekerjaan ini digunakan alat berat *concrete pump*.

Dengan spesifikasi alat

Tipe : BSA 120-D

Pabrikan : Putzmeister America, Inc

Produktivitas : 87 m³/jam

b. Durasi

Produktivitas concrete pump(a) = 87 m³/jam

Volume base slab(b) = 5.256,95 m³

Jumlah alat cor (c) = 2 buah

$$\text{Durasi} = \frac{b}{a \times c} = \frac{5.256,95}{87 \times 2} = 30,21 \text{ jam} \approx 1 \text{ hari}$$

Karena pekerjaan pengecoran harus dilakukan kontinyu menerus maka durasinya adalah 1 hari.

3. Pekerjaan Tangki Refrigerated LPG

Durasi pekerjaan tangki refrigerated LPG diketahui melalui wawancara kepada ahli di lapangan. Dimana datanya didapat sebagai berikut:

Tabel 4.25 Durasi Pekerjaan Tangki T-201 pada Pondasi Konvensional

Nomor	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Pemasangan Wire Heater	35
2	Pemasangan Annular Plate&Outer Shell #1~3	45
3	Instalasi Roof Structure	30
4	Pemasangan Outer Shell	30
5	Pengangkatan Roof Structure	1
6	Instalasi Outer Bottom Plate	28
7	Instalasi Bottom Insulation& Inner Bottom Plate	51
8	Pemasangan Inner Shell	30

9	Pemasangan Tank Nozzle	45
10	Pemasangan Anchor Strap	30
11	Opening Close & Hydro Test	60
12	Instalasi Wall PUF& Deck	60
13	Heater Test	14
14	Nitrogen Purge & Dry Out	40
15	Cool Down & LPG Filling	20

Tabel 4.26 Durasi Pekerjaan Tangki T-301 pada Pondasi Konvensional

Nomor	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)
1	Pemasangan Wire Heater	30
2	Pemasangan Annular Plate& Shell #1~3	30
3	Instalasi Roof Structure	15
4	Pemasangan Shell	25
5	Pengangkatan Roof Structure	1
6	Instalasi Bottom Plate	25
7	Instalasi Bottom Insulation	15
8	Pemasangan Tank Nozzle	45
9	Pemasangan Anchor Strap	30
10	Opening Close & Hydro Test	60
11	Heater Test	14
12	Instalasi Wall PUF& Deck	80
13	Nitrogen Purge & Dry Out	40
14	Cool Down & LPG Filling	20

4.5 Sequencing

Setelah durasi masing-masing jenis pekerjaan diketahui untuk tangki dengan pondasi elevated dan tangki dengan pondasi konvensional maka dilanjutkan dengan melakukan *sequencing*

pekerjaan yang ada. Sequencing didapatkan dari analisis dan pengamatan di lapangan.

Pada konstruksi terminal LPG PT Pertamina di Tanjung Sekong ini pekerjaan pertama yang dilakukan adalah menerima dan memproses working order dari owner dilanjutkan dengan initial meeting, setelah itu dilakukan pengadaan untuk tiang pancang dan tangki yang akan digunakan untuk jenis pondasi konvensional juga dilakukan pengadaan untuk wire heater yang akan digunakan, selama tiang pancang, tangki dan wire heater dalam proses fabrikasi dan pengiriman di lapangan dilakukan pekerjaan persiapan seperti pembersihan lapangan pengecekan tanah dan lainnya, pekerjaan tiang pancang baru dapat dimulai setelah proses fabrikasi dan pengiriman tiang pancang pada tahap sebelumnya telah selesai (FS), setelah pekerjaan tiang pancang selesai pekerjaan bottom slab baru dapat dilaksanakan, setelah pekerjaan bottom slab selesai dilanjutkan dengan pekerjaan tangki, dan setelah pekerjaan tangki selesai baru dapat dilakukan pekerjaan finishing. Hasil dari sequencing yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.27 dan Tabel 4.28. Untuk sequencing lebih lengkap dapat dilihat pada penjadwalan di Lampiran.

Tabel 4.27 Hasil Sequencing Tangki dengan Pondasi Elevated

No.	Uraian Pekerjaan	Predesor
1	Pemrosesan Working Order	
2	menerima & memproses WO dari klien	
3	initial meeting	2FS
4	Procurement	
5	PC Pile	3FS
6	Refrigerated Tank (T-201;T-301)	3FS

7	Konstruksi	
8	Persiapan	
9	Pekerjaan Tiang Pancang T-201	5FS
10	Pekerjaan Tiang Pancang T-301	5FS
11	Pekerjaan Bottom Slab T-201	9FS
12	Pekerjaan Bottom Slab T-301	10FS
13	Pekerjaan Tangki T-201	6FS
14	Pekerjaan Tangki T-301	6FS
15	Finishing	
16	Nitrogen Purge & Dry out	14FS
17	Cool down & LPG Filling	16FS

Tabel 4.28 Hasil Sequencing Tangki dengan Pondasi Konvensional

No.	Uraian Pekerjaan	Predesor
1	Pemrosesan Working Order	
2	menerima & memproses WO dari klien	
3	initial meeting	2FS
4	Procurement	
5	PC Pile	3FS
6	Refrigerated Tank (T-201;T-301)	3FS
7	Heater	3FS
8	Konstruksi	
9	Persiapan	
10	Pekerjaan Tiang Pancang T-201	5FS
11	Pekerjaan Tiang Pancang T-301	5FS
12	Pekerjaan Bottom Slab T-201	10FS
13	Pekerjaan Bottom Slab T-301	11FS
14	Pekerjaan Tangki T-201	6FS

15	Pekerjaan Tangki T-301	6FS
16	Finishing	
17	Heater test	15FS
18	Nitogen Purge & Dry out	17FS
19	Cool down & LPG Filling	18FS

4.6 Penjadwalan

Setelah durasi masing-masing jenis pekerjaan diketahui dan sequencing pekerjaan telah dilakukan untuk tangki dengan pondasi elevated dan tangki dengan pondasi konvensional maka dilanjutkan dengan membuat jadwal proyek. Jadwal proyek dibuat dengan menggunakan aplikasi manajemen konstruksi dengan metode diagram balok.

Jadwal proyek ini dibuat untuk mengetahui kapan pekerjaan dimulai dan kapan aktivitas pekerjaan selesai dan juga untuk mengetahui total waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Terminal *Liquefied Petroleum Gas Refrigerated* Tanjung Sekong di Merak Mas Banten dengan dua jenis pondasi berbeda. Dari hasil penjadwalan yang dilakukan pada aplikasi manajemen konstruksi didapatkan bahwa total durasi proyek untuk pekerjaan tangki dengan pondasi elevated adalah 734 hari dan untuk tangki dengan pondasi konvensional adalah selama 946 hari. Penjadwalan untuk masing-masing jenis pondasi dapat dilihat pada Lampiran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis tangki dengan jenis pondasi *elevated* dan tangki dengan jenis pondasi konvensional didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tangki dengan pondasi *elevated* membutuhkan biaya sebesar Rp406.231.085.649,00 dan tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp415.999.911.484,00. Biaya pelaksanaan pekerjaan tangki dengan pondasi konvensional lebih mahal dibandingkan dengan tangki dengan pondasi *elevated* karena pada pekerjaan tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan instalasi *wire heater*, perbedaan dimensi dan jumlah tiang pancang dan penambahan biaya upah dan alat.
2. Tangki dengan pondasi *elevated* membutuhkan waktu pelaksanaan selama 734 hari dan tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 946 hari.

5.2 Saran

1. Tangki dengan pondasi konvensional dapat menjadi alternatif yang baik jika digunakan pada lokasi-lokasi yang memiliki temperatur rendah dan lokasi dengan musim pancaroba
2. Untuk analisis selanjutnya dapat memperhitungkan biaya tidak langsung dan menggunakan AHS dari konsultan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

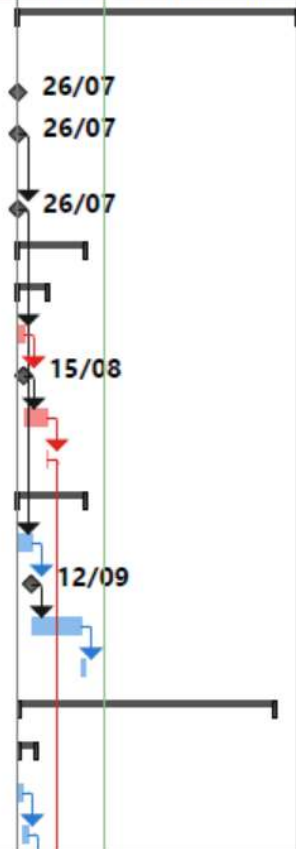
DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, G.S., 2012. “Pengembangan LPG Plant PT Pertamina Gas: Proses Bisnis, Peluang & Tantangan di Masa Depan”. **Prosiding Seminar Society of Petroleum Engineer**. Yogyakarta, 10 November.
- Vanhoucke, M. 2016. **Integrated Project Management Sourcebook A Technical Guide to Project Scheduling, Risk and Control**. Swiss: Springer International Publishing AG.
- Irika, W. dan Lenggogeni. 2013. **Manajemen Konstruksi**. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Ibrahim, B. H. 2001. **Rencana dan Anggaran Estimate Real of Cost**. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Asiyanto. 2003. **Pendapatan Kontrak Konstruksi**. Jakarta: Salemba Empat.
- Das, B. M. 1998. **Mekanika Tanah Jilid 1**. Jakarta: Erlangga.
- Sardjono, H. S. 1998. **Pondasi Tiang Pancang Jilid 1**. Surabaya: Sinar Jaya Wijaya.
- American Petroleum Institute, **API 625: Selection, Design and construction of Tank Systems for Refrigerated Liquefied Gas Storage on Land 2014**, Washington DC.
- Google Earth. Januari. 2017. **Explore, Search, and Discover**, <URL:<https://www.google.com/maps/@-5.9208454,106.0002573,1469m/data=!3m1!1e3>>.
- PT Pertamina. 2016. **Data-Data Proyek Terminal LPG Tanjung Sekong PT Pertamina**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN - LAMPIRAN

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Pred	11 Februar 15/02/16	21 March 30/03/16	01 May 09/05/16	11 June 06/06/16	21 18/06/16
1	Pembangunan LPG Refrigerated Tank T201 & T301 Tanjung Sekong	734 days	26/07/16	17/05/19						
2	Pemrosesan WO	0 days	26/07/16	26/07/16						
3	menerima & memproses working order dari klien	0 days	26/07/16	26/07/16						
4	initial meeting	0 days	26/07/16	26/07/16	3					
5	Procurement	179 days	26/07/16	31/03/17						
6	PC Pile	78 days	26/07/16	10/11/16						
7	Inquiry+TBE+Clarification	15 days	26/07/16	15/08/16	4					
8	Melakukan Purchase Order	0 days	15/08/16	15/08/16	7					
9	manufaktur/pabrikasi	60 days	16/08/16	07/11/16	8					
10	pengiriman ke-1/delivery ke site	3 days	08/11/16	10/11/16	9					
11	Refrigerated Tank (T-201;T-301)	179 days	26/07/16	31/03/17						
12	Inquiry+TBE+Clarification	35 days	26/07/16	12/09/16	4					
13	Melakukan Purchase Order	0 days	12/09/16	12/09/16	12					
14	manufaktur/pabrikasi	130 days	13/09/16	13/03/17	13					
15	delivery ke site	14 days	14/03/17	31/03/17	14					
16	Konstruksi	670 days	01/08/16	22/02/19						
17	Persiapan	45 days	01/08/16	30/09/16						
18	Pembersihan lapangan	7 days	01/08/16	09/08/16						
19	Pengecekan tanah	14 days	10/08/16	29/08/16	18					
























ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Pred	11 Februar 15/02/2018	21 March 30/08/13	01 May 03/25/09	11 June 09/04/22	21 1006/05/18	21 102/06
20	Pengukuran dan penetapan	7 days	30/08/16	07/09/16	19						
21	Mobilisasi	10 days	08/09/16	21/09/16	20						
22	Pembuatan fasilitas sementara	7 days	22/09/16	30/09/16	21						
23	Pekerjaan Tiang Pancang (T-201)	123 days	11/11/16	02/05/17							
24	Pemancangan tiang	94 days	11/11/16	22/03/17	10						
25	penyambungan tiang	94 days	11/11/16	22/03/17	24SS						
26	pemotongan tiang	29 days	23/03/17	02/05/17	25						
27	Pekerjaan Tiang Pancang (T-301)	129 days	11/11/16	10/05/17							
28	Pemancangan tiang	100 days	11/11/16	30/03/17	10						
29	penyambungan tiang	100 days	11/11/16	30/03/17	28SS						
30	pemotongan tiang	29 days	31/03/17	10/05/17	29						
31	Pekerjaan Bottom Slab (T-201)	57 days	11/05/17	28/07/17							
32	Pembesian	34 days	11/05/17	27/06/17	30						
33	Bekisting	8 days	28/06/17	07/07/17	32						
34	Pengecoran	1 day	10/07/17	10/07/17	33						
35	Curing Beton	14 days	11/07/17	28/07/17	34						
36	Pekerjaan Bottom Slab (T-301)	56 days	11/05/17	27/07/17							
37	Pembesian	33 days	11/05/17	26/06/17	30						
38	Bekisting	8 days	27/06/17	06/07/17	37						
39	Pengecoran	1 day	07/07/17	07/07/17	38						
40	Curing Beton	14 days	10/07/17	27/07/17	39						

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predi	11 February 15/02/20	21 March 30/03/20	01 May 09/05/20	11 June 06/06/20	21 10/06/20
41	Pekerjaan Tangki Refrigerated T-201 (Double Wall)	410 days	31/07/17	22/02/19						
42	Pemasangan Annular Plate&Outer Shell #1~3	45 days	31/07/17	29/09/17	35					
43	Instalasi Roof Structure	30 days	02/10/17	10/11/17	42					
44	Pemasangan Outer Shell	30 days	13/11/17	22/12/17	43					
45	Pengangkatan Roof Structure	1 day	25/12/17	25/12/17	44					
46	Instalasi Outer Bottom Plate	28 days	26/12/17	01/02/18	45					
47	Instalasi Bottom Insulation& Inner Bottom Plate	51 days	02/02/18	13/04/18	46					
48	Pemasangan Inner Shell	30 days	16/04/18	25/05/18	47					
49	Pemasangan Tank Nozzle	45 days	28/05/18	27/07/18	48					
50	Pemasangan Anchor Strap	30 days	30/07/18	07/09/18	49					
51	Opening Close & Hydro Test	60 days	10/09/18	30/11/18	50					
52	Instalasi Wall PUF& Deck	60 days	03/12/18	22/02/19	51					
53	Pekerjaan Tangki Refrigerated T-301 (Single Wall)	326 days	27/06/17	25/09/18						
54	Pemasangan Annular Plate& Shell #1~3	30 days	27/06/17	07/08/17	37					
55	Instalasi Roof Structure	15 days	08/08/17	28/08/17	54					
56	Pemasangan Shell	25 days	29/08/17	02/10/17	55					
57	Pengangkatan Roof Structure	1 day	03/10/17	03/10/17	56					

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Pred	11 Februar 15/02/18	21 March 30/03/18	01 May 25/04/18	11 June 22/06/18	21 10/07/18
58	Instalasi Bottom Plate	25 days	04/10/17	07/11/17	57					
59	Instalasi Bottom Insulation	15 days	08/11/17	28/11/17	58					
60	Pemasangan Tank Nozzle	45 days	29/11/17	30/01/18	59					
61	Pemasangan Anchor Strap	30 days	31/01/18	13/03/18	60					
62	Opening Close & Hydro Test	60 days	14/03/18	05/06/18	61					
63	Instalasi Wall PUF& Deck	80 days	06/06/18	25/09/18	62					
64	Finishing	60 days	25/02/19	17/05/19						
65	Nitrogen Purge & Dry Out	40 days	25/02/19	19/04/19	52					
66	Cool Down & LPG Filling	20 days	22/04/19	17/05/19	65					

Project: Pondasi Elevated
Date: 08/06/17

Task		Manual Summary	
Split		Start-only	
Milestone		Finish-only	
Summary		External Tasks	
Project Summary		External Milestone	
Inactive Task		Deadline	
Inactive Milestone		Critical	
Inactive Summary		Critical Split	
Manual Task		Progress	
Duration-only		Manual Progress	
Manual Summary Rollup			











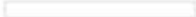










ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	2016 H1	2016 H2	2017 H1	2017 H2	2018 H1	2018 H2	2019 H1	2019 H2	2020 H1	2020 H2
1	Pembangunan LPG Refrigerated Tank T201 & T301 Tanjung Sekong	946 days	26/07/16	10/03/20											
2	Pemrosesan WO	0 days	26/07/16	26/07/16											
3	menerima & memproses working order dari klien	0 days	26/07/16	26/07/16											
4	initial meeting	0 days	26/07/16	26/07/16	3										
5	Procurement	426 days	26/07/16	13/03/18											
6	PC Pile	78 days	26/07/16	10/11/16											
7	Inquiry+TBE+Clarification	15 days	26/07/16	15/08/16	4										
8	Melakukan Purchase Order	0 days	15/08/16	15/08/16	7										
9	manufaktur/pabrikasi	60 days	16/08/16	07/11/16	8										
10	pengiriman ke-1/delivery ke site	3 days	08/11/16	10/11/16	9										
11	Refrigerated Tank (T-201;T-301)	179 days	26/07/16	31/03/17											
12	Inquiry+TBE+Clarification	35 days	26/07/16	12/09/16	4										
13	Melakukan Purchase Order	0 days	12/09/16	12/09/16	12										
14	manufaktur/pabrikasi	130 days	13/09/16	13/03/17	13										
15	delivery ke site	14 days	14/03/17	31/03/17	14										
16	Heater	426 days	26/07/16	13/03/18											
17	Inquiry+TBE+Clarification	40 days	26/07/16	19/09/16	4										
18	Melakukan Purchase Order	0 days	19/09/16	19/09/16	17										
19	manufaktur/pabrikasi	365 days	20/09/16	12/02/18	18										

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	2016 H1	2016 H2	2017 H1	2017 H2	2018 H1	2018 H2	2019 H1	2019 H2	2020 H1	2020 H2
20	delivery ke site	21 days	13/02/18	13/03/18	19										
21	Konstruksi	868 days	01/08/16	27/11/19											
22	Persiapan	45 days	01/08/16	30/09/16											
23	Pembersihan lapangan	7 days	01/08/16	09/08/16											
24	Pengecekan tanah	14 days	10/08/16	29/08/16	23										
25	Pengukuran dan penetapan	7 days	30/08/16	07/09/16	24										
26	Mobilisasi	10 days	08/09/16	21/09/16	25										
27	Pembuatan fasilitas sementara	7 days	22/09/16	30/09/16	26										
28	Pekerjaan Tiang Pancang (T-201)	110 days	11/11/16	13/04/17											
29	Pemancangan tiang	80 days	11/11/16	02/03/17	10										
30	penyambungan tiang	80 days	11/11/16	02/03/17	29SS										
31	pemotongan tiang	30 days	03/03/17	13/04/17	30										
32	Pekerjaan Tiang Pancang (T-301)	110 days	11/11/16	13/04/17											
33	Pemancangan tiang	80 days	11/11/16	02/03/17	10										
34	penyambungan tiang	80 days	11/11/16	02/03/17	33SS										
35	pemotongan tiang	30 days	03/03/17	13/04/17	34										
36	Pekerjaan Bottom Slab (T-201)	288 days	14/04/17	22/05/18											
37	Pembesian	34 days	14/04/17	31/05/17	31										
38	Bekisting	8 days	01/06/17	12/06/17	37										
39	Pemasangan wire heater	35 days	14/03/18	01/05/18	20										
40	Pengecoran	1 day	02/05/18	02/05/18	39										

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	2016 H1	2016 H2	2017 H1	2017 H2	2018 H1	2018 H2	2019 H1	2019 H2	2020 H1	2020 H2
41	Curing Beton	14 days	03/05/18	22/05/18	40										
42	Pekerjaan Bottom Slab (T-301)	288 days	14/04/17	22/05/18											
43	Pembesian	33 days	14/04/17	30/05/17	35										
44	Bekisting	8 days	31/05/17	09/06/17	43										
45	Pemasangan wire heater	35 days	14/03/18	01/05/18	20										
46	Pengecoran	1 day	02/05/18	02/05/18	45										
47	Curing Beton	14 days	03/05/18	22/05/18	46										
48	Pekerjaan Tangki Refrigerated T-201 (Double Wall)	410 days	03/05/18	27/11/19											
49	Pemasangan Annular Plate&Outer Shell #1~3	45 days	03/05/18	04/07/18	40										
50	Instalasi Roof Structure	30 days	05/07/18	15/08/18	49										
51	Pemasangan Outer Shell	30 days	16/08/18	26/09/18	50										
52	Pengangkatan Roof Structure	1 day	27/09/18	27/09/18	51										
53	Instalasi Outer Bottom Plate	28 days	28/09/18	06/11/18	52										
54	Instalasi Bottom Insulation& Inner Bottom Plate	51 days	07/11/18	16/01/19	53										
55	Pemasangan Inner Shell	30 days	17/01/19	27/02/19	54										
56	Pemasangan Tank Nozzle	45 days	28/02/19	01/05/19	55										
57	Pemasangan Anchor Strap	30 days	02/05/19	12/06/19	56										
58	Opening Close & Hydro Test	60 days	13/06/19	04/09/19	57										

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor	2016 H1	2016 H2	2017 H1	2017 H2	2018 H1	2018 H2	2019 H1	2019 H2	2020 H1	2020 H2
59	Instalasi Wall PUF& Deck	60 days	05/09/19	27/11/19	58										
60	Pekerjaan Tangki Refrigerated T-301 (Single Wall)	326 days	23/05/18	21/08/19											
61	Pemasangan Annular Plate& Shell #1~3	30 days	23/05/18	03/07/18	47										
62	Instalasi Roof Structure	15 days	04/07/18	24/07/18	61										
63	Pemasangan Shell	25 days	25/07/18	28/08/18	62										
64	Pengangkatan Roof Structure	1 day	29/08/18	29/08/18	63										
65	Instalasi Bottom Plate	25 days	30/08/18	03/10/18	64										
66	Instalasi Bottom Insulation	15 days	04/10/18	24/10/18	65										
67	Pemasangan Tank Nozzle	45 days	25/10/18	26/12/18	66										
68	Pemasangan Anchor Strap	30 days	27/12/18	06/02/19	67										
69	Opening Close & Hydro Test	60 days	07/02/19	01/05/19	68										
70	Instalasi Wall PUF& Deck	80 days	02/05/19	21/08/19	69										
71	Finishing	74 days	28/11/19	10/03/20											
72	Heater test	14 days	28/11/19	17/12/19	59										
73	Nitrogen Purge & Dry Out	40 days	18/12/19	11/02/20	72										
74	Cool Down & LPG Filling	20 days	12/02/20	10/03/20	73										

Project: Pondasi Konvensional +
Date: 21/07/17

Task		Manual Summary	
Split		Start-only	
Milestone		Finish-only	
Summary		External Tasks	
Project Summary		External Milestone	
Inactive Task		Deadline	
Inactive Milestone		Critical	
Inactive Summary		Critical Split	
Manual Task		Progress	
Duration-only		Manual Progress	
Manual Summary Rollup			

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Tangki dengan Pondasi *Elevated*

Nama Proyek : Pembangunan Terminal *Liquefied Petroleum Gas Refrigerated*

Lokasi :Tanjung Sekong, Banten

No.	Uraian	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	1 M3 BETON FC' 29 MPA READY MIX				
a	bahan:				
	beton ready mix fc' 29 Mpa	1,10	m3	900.000	990.000
b	alat:				
	concrete pump	0,02	jam	562.500	11.494
	concrete vibrator	0,01	jam	68.750	571
c	upah:				
	pekerja	1,50	OH	100.000	150.000
	mandor	0,06	OH	160.000	9.600
	tukang	0,24	OH	122.000	29.280
	kepala tukang	0,06	OH	140.000	8.400
	biaya 1 m3 beton				1.199.345
2	1 M2 BEKISTING (AHS PU 2016)				
a	bahan:				
	kayu bekisting 6x12	0,02	m3	90.000	1.350
	kaso 5x7	0,01	m3	50.000	375

	papan plywood 12mm	0,18	lembar	150.000	26.250
	paku	0,50	kg	17.500	8.750
b	upah:				
	tukang kayu	0,26	OH	122.000	31.720
	kepala tukang kayu	0,03	OH	140.000	3.640
	pekerja	0,52	OH	100.000	52.000
	mandor	0,03	OH	160.000	4.160
	biaya 1 m2 bekisting				128.245
3	PEMBESIAN 100KG DENGAN BESI POLOS/ULIR (AHS PU 2016)				
a	bahan:				
	besi	105,00	kg	24.000	2.520.000
	kawat	2,10	kg	15.000	31.500
b	upah:				
	tukang besi	2,10	OH	122.000	256.200
	kepala tukang besi	1,40	OH	140.000	196.000
	pekerja	0,14	OH	100.000	14.000
	mandor	0,21	OH	160.000	33.600
	biaya pembesian 100kg				3.051.300

	biaya pembesian 1 kg				30.513
4	PENGADAAN 1 TIANG f60,00cm				
	tiang f60,00cm	14.686,17	kg	570	8.373.198
	biaya pengadaan 1 tiang pancang				8.373.198
5	PEMANCANGAN TIANG (AHS PU 2016)				
a	upah:				
	pekerja	1,11	OH	100.000	111.111
	mandor	0,11	OH	160.000	17.778
	operator	0,22	OH	140.000	31.111
	pembantu operator	0,22	OH	122.000	27.111
b	alat:				
	drop hammer	0,11	jam	250.000	27.778
					214.889
6	PENYAMBUNGAN TIANG PANCANG				
a	upah:				
	pekerja	3,60	OH	100.000	360.000
	mandor	0,60	OH	160.000	96.000
	tukang las	1,20	OH	140.000	168.000
	kepala tukang las	0,60	OH	122.000	73.200
b	alat:				

	alat bantu	1,00	set	593	593
	biaya pemancangan 1m tiang pancang				697.793
7	PEMOTONGAN TIANG PANCANG				
a	upah:				
	pekerja	3,60	OH	100.000	360.000
	mandor	0,60	OH	160.000	96.000
	tukang las	1,20	OH	140.000	168.000
	kepala tukang las	0,60	OH	122.000	73.200
b	alat:				
	alat bantu	1,00	unit	3.220	3.220
	biaya pemotongan 1 tiang				700.420
8	PENGANGKATAN TIANG PANCANG				
a	upah:				
	mandor	0,24	OH	160.000	38.400
	operator	0,60	OH	140.000	84.000
	pembantu operator	0,60	OH	122.000	73.200
	supir	0,72	OH	160.000	115.200
b	alat:				

	crawler crane	0,22	jam	150.000	33.333
	truk trailer	0,20	jam	137.500	27.500
	alat bantu	1,00	unit	20.000	20.000
	biaya pengangkatan 1 tiang				391.633
9	TANK NOZZLE T-201				
a	bahan:				
	propane inlet 14" N1 ANSI150	1,00	unit	566.000	566.000
	propane outlet 24" N2A/B ANSI150	2,00	unit	479.363	958.726
	bog condenser return 3" N3 ANSI150	1,00	unit	5.660.600	5.660.600
	bog out 18" N4 ANSI150	1,00	unit	7.995.450	7.995.450
	pump min. flow 12" N5A ANSI150	1,00	unit	20.959.397	20.959.397
	spray cooldown 4" N5B ANSI150	1,00	unit	393.212	393.212
	vent gas 3" N6 ANSI150	1,00	unit	399.545	399.545
	pi-connection 2" N7 ANSI150	1,00	unit	1.065.605	1.065.605
	ti-connection 2" N8 ANSI150	1,00	unit	5.330.300	5.330.300

	pg-connection 2" N9 ANSI150	1,00	unit	358.196	358.196
	spare 8" N10 ANSI150	1,00	unit	120.000	120.000
	tank level 8" N11A/B ANSI150	2,00	unit	5.000.000	10.000.000
	relief valve 10" N12A/B ANSI150	2,00	unit	196.393.538	392.787.076
	pilot gas 1" N13A/B ANSI150	2,00	unit	76.606.000	153.212.000
	vacuum valve 12" N14 ANSI150	1,00	unit	57.035.552	57.035.552
	multi-temperature nozzle 6" N15 ANSI150	1,00	unit	419.272	419.272
	multi-temperature nozzle 2" N16 ANSI150	1,00	unit	519.500	519.500
	N2 purge nozzle 4" N17A/B/C ANSI150	3,00	unit	13.724.840	41.174.520
	N2 purge nozzle 4" N17D ANSI150	1,00	unit	13.724.840	13.724.840
	perlite nozzle 4" N18A~T ANSI150	20,00	unit	3.266.060	65.321.200
	purge nozzle 4" N19 ANSI150	1,00	unit	2.133.030	2.133.030
	vapor return (VM-201) 10" N20 ANSI150	1,00	unit	7.676.005	7.676.005
	vapor return (VM-202) 6" N21 ANSI150	1,00	unit	6.676.005	6.676.005

	cooling return 14" N22 ANSI150	1,00	unit	739.909	739.909
	pt-connection 2" N23 ANSI150	1,00	unit	1.065.605	1.065.605
	ti-connection 2" N24 ANSI150	1,00	unit	5.330.300	5.330.300
	vapor return (VM-205) 8" N25 ANSI150	1,00	unit	7.176.005	7.176.005
	roof manhole 30" MH1A/B API620 ANSI150	2,00	unit	16.984.075	33.968.150
	outer shell manhole 30" MH2 API620	1,00	unit	16.984.075	16.984.075
	inner shell manhole 30" MH4 API620	1,00	unit	16.984.075	16.984.075
	outer shell manhole 36" MH3 API620	1,00	unit	18.484.075	18.484.075
	deck open vent 24" MH4A/B/C API620	3,00	unit	22.394.540	67.183.620
	deck manhole 30" MH5 API620	1,00	unit	16.984.075	16.984.075
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400

	biaya 1 paket tank nozzle				980.979.518
10	ANCHOR STRAP T-201				
a	bahan:				
	anchor strap A516-60n+S5 20tx200x2990	80,00	unit	4.581.438	366.515.000
	reinforced pad A516-60N+S5 16tx300x300	80,00	unit	5.500.000	440.000.000
	square plate A516-60N+S5 31tx400x400	80,00	unit	7.972.700	637.816.000
	rib plate A516- 60N+S5 20tx125x180	320,00	unit	2.316.650	741.328.000
	anchor box A283- C 6tx380x1000	160,00	unit	2.516.500	402.640.000
	embedded plate A283-C 9tx430x430	80,00	unit	1.000.000	80.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket anchor strap				2.669.892.600
11	ANNULAR PLATE T-201				

a	bahan:				
	annular plate	1,00	set	6.000.000.000	6.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket annular plate				6.001.593.600
12	ROOF STRUCTURE T-201				
a	bahan:				
	steel roof structure	1,00	set	15.000.000.000	15.000.000.000
b	alat:				
	crane	0,29	jam	215.000	61.429
c	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	pembantu operator	4,80	oh	122.000	585.600
	operator	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket roof structure				15.001.655.029

13	OUTER BOTTOM PLATE T-201				
a	bahan:				
	outer bottom plate	1,00	set	45.000.000.000	45.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket outer bottom plate				45.001.593.600
14	INNER BOTTOM PLATE T-201				
a	bahan:				
	inner bottom plate	1,00	set	15.000.000.000	15.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket inner bottom plate				15.001.593.600
15	INNER SHELL PLATE T-201				

a	bahan:				
	inner shell plate	1	set	60.000.000.000	60.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket inner shell plate				60.001.593.600
16	OUTER SHELL T-201				
a	bahan:				
	shell plate A516- 60N+S5 16tx2740x10055.6	19,00	unit	500.000.000	9.500.000.000
	shell plate A516- 60N+S5 16tx2740x6703.7	1,00	unit	219.500.000	219.500.000
	shell plate A516- 60N+S5 16tx2740x3351.9	1,00	unit	218.700.000	218.700.000
	shell plate A283- C 16tx2740x10055.8	40,00	unit	416.500.000	16.660.000.000
	shell plate A283- C 15tx2740x10055.5	100,00	unit	236.000.000	23.600.000.000

	shell plate A283-C 14tx2740x10055.3	40,00	unit	155.300.000	6.212.000.000
	shell plate A283-C 14tx1780x10055.3	20,00	unit	156.300.000	3.126.000.000
	shell plate A516-60N 44tx920x10055.3	20,00	unit	502.330.000	10.046.600.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket outer shell				69.584.393.600
17	TANK NOZZLE T-301				
a	alat:				
	butane inlet 14" N1 ANSI150	1,00	unit	266.000	266.000
	butane outlet 24" N2A/B ANSI150	2,00	unit	279.363	558.726
	bog condenser return 3" N3 ANSI150	1,00	unit	2.660.600	2.660.600
	bog out 18" N4 ANSI150	1,00	unit	1.995.450	1.995.450
	pump min. flow 12" N5A ANSI150	1,00	unit	11.959.397	11.959.397

	spray cooldown 4" N5B ANSI150	1,00	unit	53.212	53.212
	vent gas 3" N6 ANSI150	1,00	unit	199.545	199.545
	pi-connection 2" N7 ANSI150	1,00	unit	465.605	465.605
	ti-connection 2" N8 ANSI150	1,00	unit	1.330.300	1.330.300
	pg-connection 2" N9 ANSI150	1,00	unit	48.196	48.196
	spare 8" N10 ANSI150	1,00	unit	20.000	20.000
	tank level 8" N11A/B ANSI150	2,00	unit	500.000	1.000.000
	relief valve 10" N12A/B ANSI150	2,00	unit	96.393.538	192.787.076
	pilot gas 1" N13A/B ANSI150	2,00	unit	26.606.000	53.212.000
	vacuum valve 12" N14 ANSI150	1,00	unit	37.035.552	37.035.552
	multi-temperature nozzle 6" N15 ANSI150	1,00	unit	319.272	319.272
	multi-temperature nozzle 2" N16 ANSI150	1,00	unit	219.500	219.500
	N2 purge nozzle 4" N17A/B/C ANSI150	3,00	unit	3.724.840	11.174.520
	N2 purge nozzle 4" N17D ANSI150	1,00	unit	3.724.840	3.724.840
	purge nozzle 4" N19 ANSI150	1,00	unit	133.030	133.030

	vapor return (VM-201) 10" N20 ANSI150	1,00	unit	4.676.005	4.676.005
	vapor return (VM-202) 6" N21 ANSI150	1,00	unit	3.676.005	3.676.005
	cooling return 14" N22 ANSI150	1,00	unit	39.909	39.909
	pt-connection 2" N23 ANSI150	1,00	unit	465.605	465.605
	ti-connection 2" N24 ANSI150	1,00	unit	1.330.300	1.330.300
	vapor return (VM-205) 8" N25 ANSI150	1,00	unit	4.176.005	4.176.005
	roof manhole 30" MH1A/B API620 ANSI150	2,00	unit	6.984.075	13.968.150
	shell manhole 30" MH2 API620	1,00	unit	6.984.075	6.984.075
	deck open vent 24" MH4A/B/C API620	3,00	unit	2.394.540	7.183.620
	deck manhole 30" MH5 API620	1,00	unit	6.984.075	6.984.075
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167

	biaya 1 paket tank nozzle				368.952.935
18	ANNULAR PLATE T-301				
a	bahan:				
	annular plate	1,00	set	6.000.000.000	6.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket annular plate				6.000.306.367
19	ROOF STRUCTURE T-301				
a	bahan:				
	steel roof structure	1,00	set	15.000.000.000	15.000.000.000
b	alat:				
	crane	0,29	jam	215.000	61.429
c	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	pembantu operator	0,93	oh	122.000	113.867

	operator	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket roof structure				15.000.367.795
20	BOTTOM PLATE T-301				
a	bahan:				
	outer bottom plate	1,00	set	45.000.000.000	45.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket bottom plate				45.000.306.367
21	ANCHOR STRAP T-301				
a	alat:				
	anchor strap A516-60n+S5 20tx200x2990	80,00	unit	4.581.438	66.515.000
	reinforced pad A516-60N+S5 16tx300x300	80,00	unit	5.500.000	440.000.000
	square plate A516-60N+S5 31tx400x400	80,00	unit	7.972.700	637.816.000

	rib plate A516-60N+S5 20tx125x180	320,00	unit	2.316.650	741.328.000
	anchor box A283-C 6tx380x1000	160,00	unit	2.516.500	402.640.000
	embedded plate A283-C 9tx430x430	80,00	unit	1.000.000	80.000.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket anchor strap				2.368.605.367
22	SHELL T-301				
a	alat:				
	shell plate A516-60N+S5 16tx2740x10055.6	19,00	unit	500.000.000	9.500.000.000
	shell plate A516-60N+S5 16tx2740x6703.7	1,00	unit	219.500.000	219.500.000
	shell plate A516-60N+S5 16tx2740x3351.9	1,00	unit	218.700.000	218.700.000
	shell plate A283-C 16tx2740x10055.8	40,00	unit	416.500.000	16.660.000.000

	shell plate A283-C 15tx2740x10055.5	50,00	unit	236.000.000	11.800.000.000
	shell plate A283-C 14tx2740x10055.3	30,00	unit	155.300.000	4.659.000.000
	shell plate A283-C 14tx1780x10055.3	20,00	unit	156.300.000	3.126.000.000
	shell plate A516-60N 44tx920x10055.3	20,00	unit	502.330.000	10.046.600.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket shell				56.230.106.367
23	DIREKSI KEET & GUDANG SEMENTARA (SNI 03-2835-2002)				
a	bahan:				
	Dolken Kayu Ø 8-10/400 cm	1,25	Btg	25.000	31.250
	Kayu 5/7	0,18	M³	2.000.000	360.000
	Paku Biasa 2"-5"	0,85	Kg	17.500	14.875
	Besi Strip	1,10	Kg	15.750	17.325

	Semen Portland	35,00	Kg	2.200	77.000
	Pasir Pasang	0,15	M ³	140.000	21.000
	Pasir Beton	0,10	M ³	140.000	14.000
	Koral Beton	0,15	M ³	250.000	37.500
	Bata Merah	30,00	Bh	850	25.500
	Seng Plat	0,25	Lbr	25.900	6.475
	Jendela Nako	2,00	Bh	127.750	255.500
	Kaca Polos 3 mm	0,08	M ²	102.250	8.180
	Kunci Tanam	0,15	Bh	75.050	11.258
	Plywood 4 mm	0,06	Lbr	70.430	4.226
b	upah:				
	Tukang Kayu	2,00	Oh	122.000	244.000
	Tukang Batu	1,00	Oh	122.000	122.000
	Pekerja	2,00	Oh	100.000	200.000
	Kepala Tukang	0,80	Oh	140.000	112.000
	Mandor	0,05	Oh	160.000	8.000
	biaya pekerjaan 1m2 keet dan gudang sementara				1.570.088

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Tangki dengan Pondasi Konvensional

Nama Proyek : Pembangunan Terminal *Liquefied Petroleum Gas Refrigerated*

Lokasi : Tanjung Sekong, Banten

No.	Uraian	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	1 M3 BETON FC' 29 MPA READY MIX				
a	bahan:				
	beton ready mix fc' 29 Mpa	1,10	m3	900.000	990.000
b	alat:				
	concrete pump	0,02	jam	562.500	11.494
	concrete vibrator	0,01	jam	68.750	571
c	upah:				
	pekerja	1,50	OH	100.000	150.000
	mandor	0,06	OH	160.000	9.600
	tukang	0,24	OH	122.000	29.280
	kepala tukang	0,06	OH	140.000	8.400
	biaya 1 m3 beton				1.199.345
2	1 M2 BEKISTING (AHS PU 2016)				
a	bahan:				

	kayu bekisting 6x12	0,02	m3	90.000	1.350
	kaso 5x7	0,01	m3	50.000	375
	papan plywood 12mm	0,18	lembar	150.000	26.250
	paku	0,50	kg	17.500	8.750
b	upah:				
	tukang kayu	0,26	OH	122.000	31.720
	kepala tukang kayu	0,03	OH	140.000	3.640
	pekerja	0,52	OH	100.000	52.000
	mandor	0,03	OH	160.000	4.160
	biaya 1 m2 bekisting				128.245
3	PEMBESIAN 100KG DENGAN BESI POLOS/ULIR (AHS PU 2016)				
a	bahan:				
	besi	105,00	kg	24.000	2.520.000
	kawat	2,10	kg	15.000	31.500
b	upah:				
	tukang besi	2,10	OH	122.000	256.200
	kepala tukang besi	1,40	OH	140.000	196.000
	pekerja	0,14	OH	100.000	14.000

	mandor	0,21	OH	160.000	33.600
	biaya pembesian 100kg				3.051.300
	biaya pembesian 1 kg				30.513
4	PENGADAAN 1 TIANG f60,00cm				
	tiang f60,00cm	12.588,15	kg	665	8.373.198
	biaya pengadaan 1 tiang				8.373.198
5	PEMANCANGAN TIANG (AHS PU 2016)				
a	upah:				
	pekerja	1,11	OH	100.000	111.111
	mandor	0,11	OH	160.000	17.778
	operator	0,22	OH	140.000	31.111
	pembantu operator	0,22	OH	122.000	27.111
b	alat:				
	drop hammer	0,11	jam	250.000	27.778
	biaya pemancangan 1 m				214.889
6	PENYAMBUNGAN TIANG PANCANG				
a	upah:				
	pekerja	3,60	OH	100.000	360.000

	mandor	0,60	OH	160.000	96.000
	tukang las	1,20	OH	140.000	168.000
	kepala tukang las	0,60	OH	122.000	73.200
b	alat:				
	alat bantu	1,00	set	593	593
	biaya penyambungan 1 tiang				697.793
7	PEMOTONGAN TIANG PANCANG				
a	upah:				
	pekerja	3,60	OH	100.000	360.000
	mandor	0,60	OH	160.000	96.000
	tukang las	1,20	OH	140.000	168.000
	kepala tukang las	0,60	OH	122.000	73.200
b	alat:				
	alat bantu	1,00	unit	3.220	3.220
	biaya pemotongan 1 tiang				700.420
8	PENGANGKATAN TIANG PANCANG				
a	upah:				

	mandor	0,24	OH	160.000	38.400
	operator	0,60	OH	140.000	84.000
	pembantu operator	0,60	OH	122.000	73.200
	supir	0,72	OH	160.000	115.200
b	alat:				
	crawler crane	0,22	jam	150.000	33.333
	truk trailer	0,20	jam	137.500	27.500
	alat bantu	1,00	unit	20.000	20.000
	biaya pengangkatan 1 tiang				391.633
9	TANK NOZZLE T-201				
a	bahan:				
	propane inlet 14" N1 ANSI150	1,00	unit	566.000	566.000
	propane outlet 24" N2A/B ANSI150	2,00	unit	479.363	958.726
	bog condenser return 3" N3 ANSI150	1,00	unit	5.660.600	5.660.600
	bog out 18" N4 ANSI150	1,00	unit	7.995.450	7.995.450

	pump min. flow 12" N5A ANSI150	1,00	unit	20.959.397	20.959.397
	spray cooldown 4" N5B ANSI150	1,00	unit	393.212	393.212
	vent gas 3" N6 ANSI150	1,00	unit	399.545	399.545
	pi-connection 2" N7 ANSI150	1,00	unit	1.065.605	1.065.605
	ti-connection 2" N8 ANSI150	1,00	unit	5.330.300	5.330.300
	pg-connection 2" N9 ANSI150	1,00	unit	358.196	358.196
	spare 8" N10 ANSI150	1,00	unit	120.000	120.000
	tank level 8" N11A/B ANSI150	2,00	unit	5.000.000	10.000.000
	relief valve 10" N12A/B ANSI150	2,00	unit	196.393.538	392.787.076
	pilot gas 1" N13A/B ANSI150	2,00	unit	76.606.000	153.212.000
	vacuum valve 12" N14 ANSI150	1,00	unit	57.035.552	57.035.552
	multi-temperature nozzle 6" N15 ANSI150	1,00	unit	419.272	419.272
	multi-temperature nozzle 2" N16 ANSI150	1,00	unit	519.500	519.500
	N2 purge nozzle 4" N17A/B/C ANSI150	3,00	unit	13.724.840	41.174.520
	N2 purge nozzle 4" N17D ANSI150	1,00	unit	13.724.840	13.724.840

	perlite nozzle 4" N18A~T ANSI150	20,00	unit	3.266.060	65.321.200
	purge nozzle 4" N19 ANSI150	1,00	unit	2.133.030	2.133.030
	vapor return (VM-201) 10" N20 ANSI150	1,00	unit	7.676.005	7.676.005
	vapor return (VM-202) 6" N21 ANSI150	1,00	unit	6.676.005	6.676.005
	cooling return 14" N22 ANSI150	1,00	unit	739.909	739.909
	pt-connection 2" N23 ANSI150	1,00	unit	1.065.605	1.065.605
	ti-connection 2" N24 ANSI150	1,00	unit	5.330.300	5.330.300
	vapor return (VM-205) 8" N25 ANSI150	1,00	unit	7.176.005	7.176.005
	roof manhole 30" MH1A/B API620 ANSI150	2,00	unit	16.984.075	33.968.150
	outer shell manhole 30" MH2 API620	1,00	unit	16.984.075	16.984.075
	inner shell manhole 30" MH4 API620	1,00	unit	16.984.075	16.984.075
	outer shell manhole 36" MH3 API620	1,00	unit	18.484.075	18.484.075
	deck open vent 24" MH4A/B/C API620	3,00	unit	22.394.540	67.183.620

	deck manhole 30" MH5 API620	1,00	unit	16.984.075	16.984.075
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket tank nozzle				980.979.518
10	ANCHOR STRAP T-201				
a	bahan:				
	anchor strap A516-60n+S5 20tx200x2990	80,00	unit	4.581.438	66.515.000
	reinforced pad A516-60N+S5 16tx300x300	80,00	unit	5.500.000	440.000.000
	square plate A516-60N+S5 31tx400x400	80,00	unit	7.972.700	637.816.000
	rib plate A516- 60N+S5 20tx125x180	320,00	unit	2.316.650	741.328.000
	anchor box A283- C 6tx380x1000	160,00	unit	2.516.500	402.640.000
	embedded plate A283-C 9tx430x430	80,00	unit	1.000.000	80.000.000
b	upah:				

	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket anchor strap				2.369.892.600
11	ANNULAR PLATE T-201				
a	bahan:				
	annular plate	1,00	set	6.000.000.000	6.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket annular plate				6.001.593.600
12	ROOF STRUCTURE T-201				
a	bahan:				
	steel roof structure	1,00	set	15.000.000.000	15.000.000.000
b	alat:				
	crane	0,29	jam	215.000	61.429

c	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	pembantu operator	4,80	oh	122.000	585.600
	operator	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket roof structure				15.001.655.029
13	OUTER BOTTOM PLATE T-201				
a	bahan:				
	outer bottom plate	1,00	set	45.000.000.000	45.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket outer bottom plate				45.001.593.600
14	INNER BOTTOM PLATE T-201				
a	bahan:				
	inner bottom plate	1,00	set	15.000.000.000	15.000.000.000
b	upah:				

	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
					15.001.593.600
15	INNER SHELL PLATE T-201				
a	bahan:				
	inner shell plate	1,00	set	60.000.000.000	60.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket inner shell plate				60.001.593.600
16	OUTER SHELL T-201				
a	bahan:				
	shell plate A516- 60N+S5 16tx2740x10055.6	19,00	unit	500.000.000	9.500.000.000

	shell plate A516-60N+S5 16tx2740x6703.7	1,00	unit	219.500.000	219.500.000
	shell plate A516-60N+S5 16tx2740x3351.9	1,00	unit	218.700.000	218.700.000
	shell plate A283-C 16tx2740x10055.8	40,00	unit	416.500.000	16.660.000.000
	shell plate A283-C 15tx2740x10055.5	100,00	unit	236.000.000	23.600.000.000
	shell plate A283-C 14tx2740x10055.3	40,00	unit	155.300.000	6.212.000.000
	shell plate A283-C 14tx1780x10055.3	20,00	unit	156.300.000	3.126.000.000
	shell plate A516-60N 44tx920x10055.3	20,00	unit	502.330.000	10.046.600.000
b	upah:				
	pekerja	9,00	oh	100.000	900.000
	mandor	0,36	oh	160.000	57.600
	tukang	4,80	oh	122.000	585.600
	kepala tukang	0,36	oh	140.000	50.400
	biaya 1 paket outer shell				69.584.393.600
17	WIRE HEATER (T-201)				
a	alat:				

	heater cable type ELSR-N-10-2-AO	93,00	unit	26.618.000	2.475.474.000
	condulet NPT 1 1/2"	185,00	unit	109.666	20.288.240
	condulet NPT 3/4"	100,00	unit	130.295	13.029.511
	plug 1 1/2"	100,00	unit	39.927	3.992.700
	plug NPT 3/4"	100,00	unit	51.942	5.194.160
	reducer 1 1/2"	92,00	unit	132.291	12.170.814
	reducer 3/4"	98,00	unit	119.648	11.725.495
	vent plug NPT 1/2"	99,00	unit	200.300	19.829.745
	pulling wire	750,00	unit	252.871	189.653.250
	cable gland NPT 3/4"	90,00	unit	36.600	3.293.978
	cable	600,00	unit	66.545	39.927.000
	shroud A120mm	90,00	unit	665.450	59.890.500
b	upah:				
	pekerja	1,75	unit	100.000	175.000
	mandor	0,06	unit	160.000	9.280
	tukang	0,93	unit	122.000	113.826
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.120
	biaya 1 paket wire heater				2.854.775.618

18	HEATER & TC CONDUIT (T-201)				
a	alat:				
	galvanised conduit for heater 1"sch80x6000	125,00	unit	93.163	11.645.375
	galvanised conduit for T/C 1"sch80x6001	19,00	unit	93.163	1.770.097
	coupling	195,00	unit	26.618	5.190.510
	screwed cap	47,00	unit	66.545	3.127.615
	socket welded elbow	5,00	unit	354.951	1.774.755
	socket welded cap	1,00	unit	36.067	36.067
	rubber plug	50,00	unit	5.457	272.835
b	upah:				
	pekerja	1,75	unit	100.000	175.000
	mandor	0,06	unit	160.000	9.280
	tukang	0,93	unit	122.000	113.826
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.120
	biaya 1 paket heater & tc counduit				24.123.480
19	TANK NOZZLE T-301				
a	alat:				

	butane inlet 14" N1 ANSI150	1,00	unit	266.000	266.000
	butane outlet 24" N2A/B ANSI150	2,00	unit	279.363	558.726
	bog condenser return 3" N3 ANSI150	1,00	unit	2.660.600	2.660.600
	bog out 18" N4 ANSI150	1,00	unit	1.995.450	1.995.450
	pump min. flow 12" N5A ANSI150	1,00	unit	11.959.397	11.959.397
	spray cooldown 4" N5B ANSI150	1,00	unit	53.212	53.212
	vent gas 3" N6 ANSI150	1,00	unit	199.545	199.545
	pi-connection 2" N7 ANSI150	1,00	unit	465.605	465.605
	ti-connection 2" N8 ANSI150	1,00	unit	1.330.300	1.330.300
	pg-connection 2" N9 ANSI150	1,00	unit	48.196	48.196
	spare 8" N10 ANSI150	1,00	unit	20.000	20.000
	tank level 8" N11A/B ANSI150	2,00	unit	500.000	1.000.000
	relief valve 10" N12A/B ANSI150	2,00	unit	96.393.538	192.787.076
	pilot gas 1" N13A/B ANSI150	2,00	unit	26.606.000	53.212.000
	vacuum valve 12" N14 ANSI150	1,00	unit	37.035.552	37.035.552
	multi-temperature nozzle 6" N15 ANSI150	1,00	unit	319.272	319.272

	multi-temperature nozzle 2" N16 ANSI150	1,00	unit	219.500	219.500
	N2 purge nozzle 4" N17A/B/C ANSI150	3,00	unit	3.724.840	11.174.520
	N2 purge nozzle 4" N17D ANSI150	1,00	unit	3.724.840	3.724.840
	purge nozzle 4" N19 ANSI150	1,00	unit	133.030	133.030
	vapor return (VM-201) 10" N20 ANSI150	1,00	unit	4.676.005	4.676.005
	vapor return (VM-202) 6" N21 ANSI150	1,00	unit	3.676.005	3.676.005
	cooling return 14" N22 ANSI150	1,00	unit	39.909	39.909
	pt-connection 2" N23 ANSI150	1,00	unit	465.605	465.605
	ti-connection 2" N24 ANSI150	1,00	unit	1.330.300	1.330.300
	vapor return (VM-205) 8" N25 ANSI150	1,00	unit	4.176.005	4.176.005
	roof manhole 30" MH1A/B API620 ANSI150	2,00	unit	6.984.075	13.968.150
	shell manhole 30" MH2 API620	1,00	unit	6.984.075	6.984.075
	deck open vent 24" MH4A/B/C API620	3,00	unit	2.394.540	7.183.620

	deck manhole 30" MH5 API620	1,00	unit	6.984.075	6.984.075
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket tank nozzle				368.952.935
20	ANNULAR PLATE T-301				
a	bahan:				
	annular plate	1,00	set	6.000.000.000	6.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket annular plate				6.000.306.367
21	ROOF STRUCTURE T-301				
a	bahan:				
	steel roof structure	1,00	set	15.000.000.000	15.000.000.000

b	alat:				
	crane	0,29	jam	215.000	61.429
c	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	pembantu operator	0,93	oh	122.000	113.867
	operator	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket roof structure				15.000.367.795
22	BOTTOM PLATE T-301				
a	bahan:				
	outer bottom plate	1,00	set	45.000.000.000	45.000.000.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket bottom plate				45.000.306.367
23	ANCHOR STRAP T-301				
a	alat:				

	anchor strap A516-60n+S5 20tx200x2990	80,00	unit	4.581.438	66.515.000
	reinforced pad A516-60N+S5 16tx300x300	80,00	unit	5.500.000	440.000.000
	square plate A516-60N+S5 31tx400x400	80,00	unit	7.972.700	637.816.000
	rib plate A516- 60N+S5 20tx125x180	320,00	unit	2.316.650	741.328.000
	anchor box A283- C 6tx380x1000	160,00	unit	2.516.500	402.640.000
	embedded plate A283-C 9tx430x430	80,00	unit	1.000.000	80.000.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket anchor strap				2.368.605.367
24	SHELL T-301				
a	alat:				
	shell plate A516- 60N+S5 16tx2740x10055.6	19,00	unit	500.000.000	9.500.000.000

	shell plate A516-60N+S5 16tx2740x6703.7	1,00	unit	219.500.000	219.500.000
	shell plate A516-60N+S5 16tx2740x3351.9	1,00	unit	218.700.000	218.700.000
	shell plate A283-C 16tx2740x10055.8	40,00	unit	416.500.000	16.660.000.000
	shell plate A283-C 15tx2740x10055.5	50,00	unit	236.000.000	11.800.000.000
	shell plate A283-C 14tx2740x10055.3	30,00	unit	155.300.000	4.659.000.000
	shell plate A283-C 14tx1780x10055.3	20,00	unit	156.300.000	3.126.000.000
	shell plate A516-60N 44tx920x10055.3	20,00	unit	502.330.000	10.046.600.000
b	upah:				
	pekerja	1,75	oh	100.000	175.000
	mandor	0,06	oh	160.000	9.333
	tukang	0,93	oh	122.000	113.867
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.167
	biaya 1 paket shell				56.230.106.367
25	WIRE HEATER (T-301)				
a	alat:				

	heater cable type ELSR-N-10-2-AO	93,00	unit	26.618.000	2.475.474.000
	condulet NPT 1 1/2"	185,00	unit	109.666	20.288.240
	condulet NPT 3/4"	100,00	unit	130.295	13.029.511
	plug 1 1/2"	100,00	unit	39.927	3.992.700
	plug NPT 3/4"	100,00	unit	51.942	5.194.160
	reducer 1 1/2"	92,00	unit	132.291	12.170.814
	reducer 3/4"	98,00	unit	119.648	11.725.495
	vent plug NPT 1/2"	99,00	unit	200.300	19.829.745
	pulling wire	750,00	unit	252.871	189.653.250
	cable gland NPT 3/4"	90,00	unit	36.600	3.293.978
	cable	600,00	unit	66.545	39.927.000
	shroud A120mm	90,00	unit	665.450	59.890.500
b	upah:				
	pekerja	1,75	unit	100.000	175.000
	mandor	0,06	unit	160.000	9.280
	tukang	0,93	unit	122.000	113.826
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.120
	biaya 1 paket wire heater				2.854.775.618

26	HEATER & TC CONDUIT (T-301)				
a	alat:				
	galvanised conduit for heater 1"sch80x6000	125,00	unit	93.163	11.645.375
	galvanised conduit for T/C 1"sch80x6001	19,00	unit	93.163	1.770.097
	coupling	195,00	unit	26.618	5.190.510
	screwed cap	47,00	unit	66.545	3.127.615
	socket welded elbow	5,00	unit	354.951	1.774.755
	socket welded cap	1,00	unit	36.067	36.067
	rubber plug	50,00	unit	5.457	272.835
b	upah:				
	pekerja	1,75	unit	100.000	175.000
	mandor	0,06	unit	160.000	9.280
	tukang	0,93	unit	122.000	113.826
	kepala tukang	0,06	oh	140.000	8.120
	biaya 1 paket heater & tc conduit				24.123.480
27	DIREKSI KEET & GUDANG SEMENTARA (SNI 03-2835-2016)				
a	bahan:				

	Dolken Kayu Ø 8-10/400 cm	1,25	Btg	25.000	31.250
	Kayu 5/7	0,18	M³	2.000.000	360.000
	Paku Biasa 2"-5"	0,85	Kg	17.500	14.875
	Besi Strip	1,10	Kg	15.750	17.325
	Semen Portland	35,00	Kg	2.200	77.000
	Pasir Pasang	0,15	M³	140.000	21.000
	Pasir Beton	0,10	M³	140.000	14.000
	Koral Beton	0,15	M³	250.000	37.500
	Bata Merah	30,00	Bh	850	25.500
	Seng Plat	0,25	Lbr	25.900	6.475
	Jendela Nako	2,00	Bh	127.750	255.500
	Kaca Polos 3 mm	0,08	M²	102.250	8.180
	Kunci Tanam	0,15	Bh	75.050	11.258
	Plywood 4 mm	0,06	Lbr	70.430	4.226
b	upah:				
	Tukang Kayu	2,00	Oh	122.000	244.000
	Tukang Batu	1,00	Oh	122.000	122.000
	Pekerja	2,00	Oh	100.000	200.000

	Kepala Tukang	0,80	Oh	140.000	112.000
	Mandor	0,05	Oh	160.000	8.000
	biaya 1 m2 direksi keet&gudang sementara				1.570.088

PERHITUNGAN KOEFISIEN

AHS Beton f_c 29 Mpa

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Kapasitas	v	44	m ³	
Faktor Efisiensi Alat	fa	0,83		
Waktu Siklus				
mengisi	T1	10		
memompa	T2	15		
	TS	25		
kapasitas produksijam				
$v \times fa \times 60/TS$	Q1	87	m ³ /jam	
koefisien alat/m ³ =1:Q1		0,02	jam	

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Lama waktu kerja	Tk	7	jam	
produksi/hari= Tk x Q1	Qt	609	m ³ /hari	
Kebutuhan Tenaga				
pekerja	P	25		
mandor	M	1		
tukang	T	20		
kepala tukang	K	1		
Koefisien tenaga/m ³				
pekerja=(Tk x P):Qt		1,5	OH	
mandor= (Tk x M): Qt		0,06	OH	
tukang= (Tk x T): Qt		0,24	OH	
kepala tukang= (Tk x K): Qt		0,06	OH	

AHS Pembesian

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Produktivitas	Qt	730	kg /hari	
Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam/hari	
Kebutuhan Tenaga				
pekerja	P	25		
mandor	M	1		

tukang	T	4		
kepala tukang	K	1		
Koefisien tenaga/m ³				
pekerja=(Tk x P):Qt		0,14	OH	
mandor= (Tk x M): Qt		0,21	OH	
tukang= (Tk x T): Qt		2,1	OH	
kepala tukang= (Tk x K): Qt		1,4	OH	

AHS Pemancangan Tiang

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Per-m' pemancangan tiang pancang beton f60 cm				
<i>HPH1200e Piling Hammer</i>				
kapasitas per-jam (kontinyu)	V1	28,8	m/jam	didapat dari spesifikasi alat
faktor efisiensi alat	Fa	0,75		asumsi pemeliharaan mesin baik
waktu siklus per-titik pemancangan				
>waktu membongkar dan resetting Hammer pada posisi pancang	T1	25	menit	
>memasang tiang (termasuk sambungan) dan memancang	T2	25	menit	
>lain-lain (termasuk mengatur dan menggeser serta menunggu)	T3	10	menit	
	Ts1	60	menit	
kapasitas produksi/jam = $(V1*Fa*T2/Ts1)$	Q1	9	m/jam	
koefisien alat/buah = $(1/Q1)$		0,1111	jam	
TENAGA				
Kebutuhan Tenaga				
Lama waktu kerja	Tk	7	jam	

produksi yang menentukan: Drop Hammer	Q1	9	m/jam	
Produksi/ hari= Tk x Q1	Q1'	63	m/hari	
Kebutuhan Tenaga				
>Pekerja (bantu proses pemancangan)	P	10	orang	bantu pancang
>Operator	O	2	orang	angkat+matchin g
>Pembantu Operator	PO	2	orang	bantu operator
>Mandor	M	1	orang	
Koefisien Tenaga				
>Pekerja= (Tk x P/Q1')		1,1111	OH	
>Operator = (Tk x O/Q1')		0,2222	OH	
>Pembantu Operator = (Tk x PO/Q1')		0,2222	OH	
>Mandor = (Tk x M/Q1')		0,1111	OH	

AHS Penyambungan Tiang

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Produktivitas	Qt	14	tiang/hari	
Kebutuhan Tenaga				
pekerja	P	6		
mandor	M	1		
tukang	T	2		
kepala tukang	K	1		
Koefisien tenaga/m3				
pekerja P:Qt		3,6	OH	
mandor M: Qt		0,6	OH	
tukang T: Qt		1,2	OH	
kepala tukang K: Qt		0,6	OH	

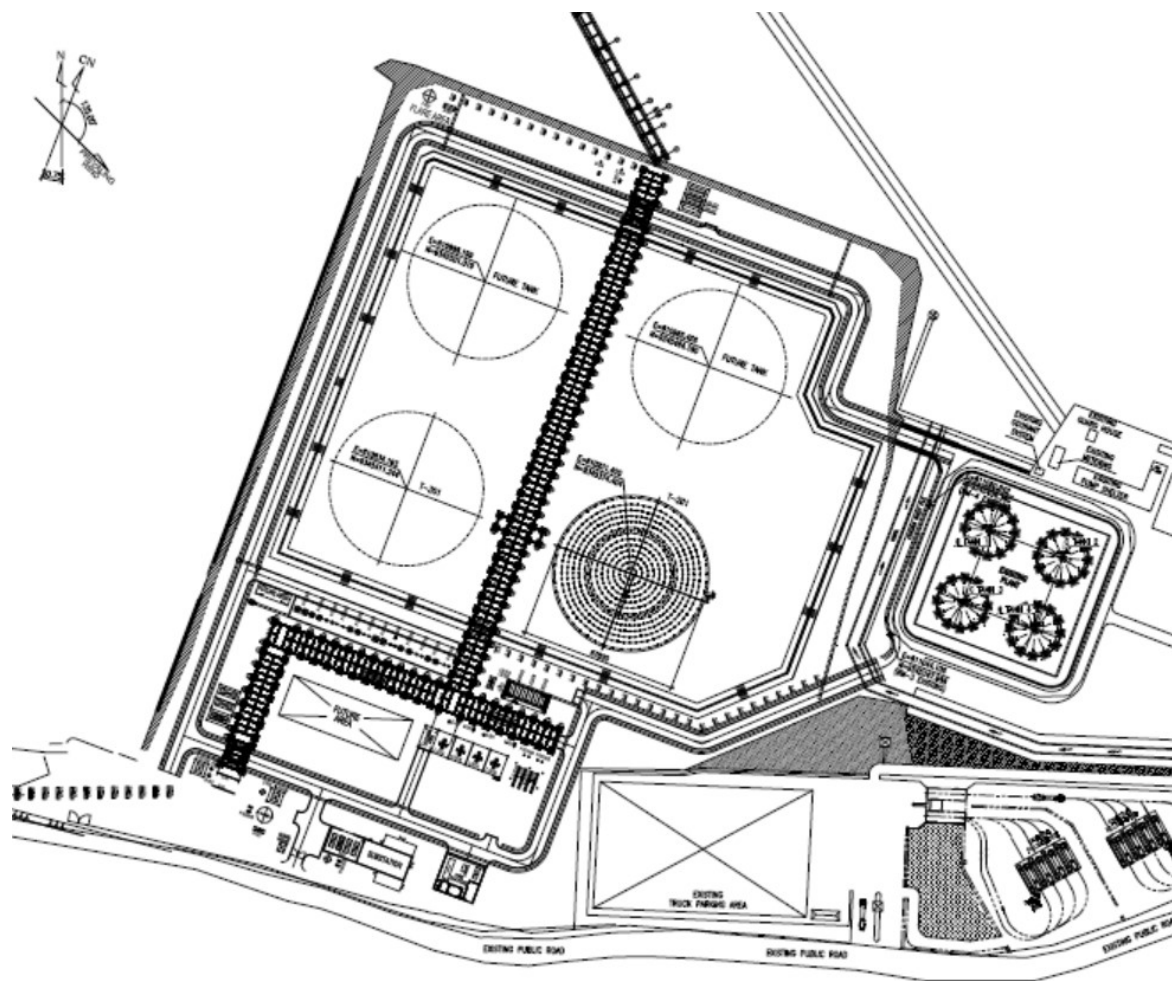
AHS pekerjaan tank nozzle

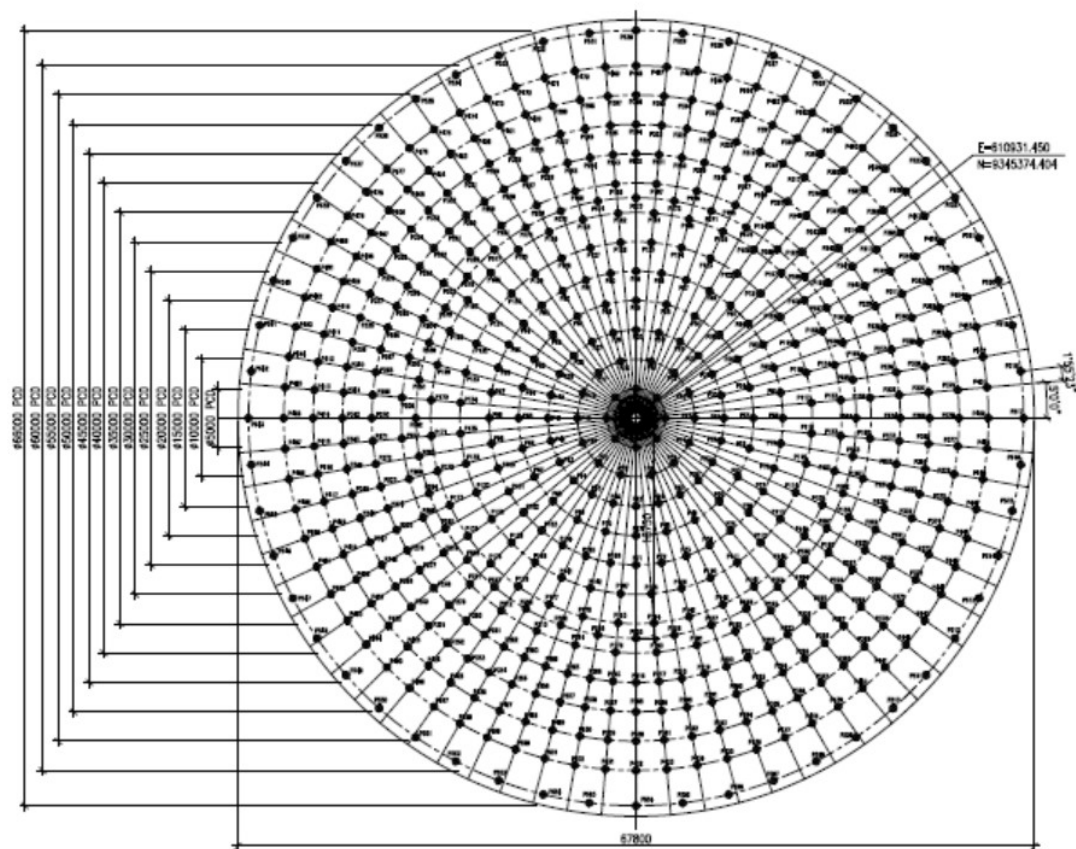
Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Produktivitas	Q	4	buah/hari	
Kebutuhan Tenaga				
pekerja	P	30		
mandor	M	1		
tukang	T	16		

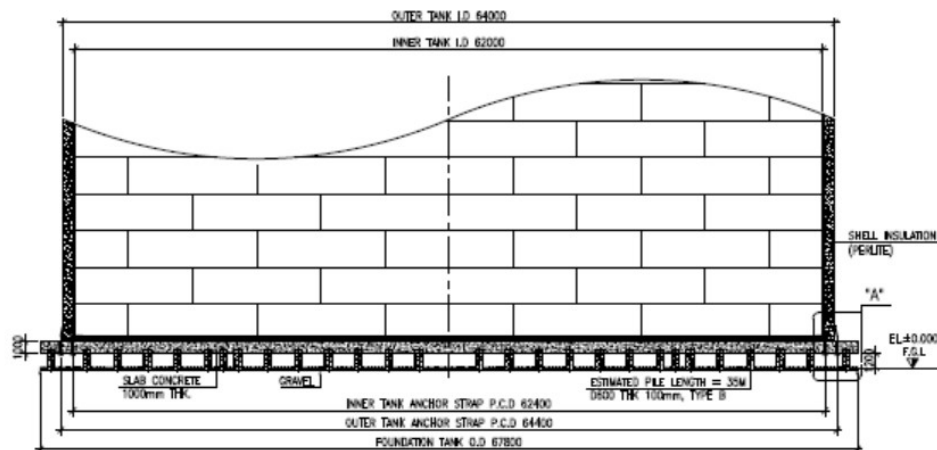
kepala tukang	K	1		
Koefisien tenaga/m ³				
pekerja P: $Q + 0,2 \cdot (P/Q)$		9,00	OH	
mandor M: $Q_t + 0,2 \cdot (M:Q_t)$		0,36	OH	
tukang T: $Q_t + 0,2 \cdot (T:Q)$		4,80	OH	
kepala tukang K: $Q_t + 0,2 \cdot (K:Q_t)$		0,36	OH	

AHS pekerjaan anchor strap

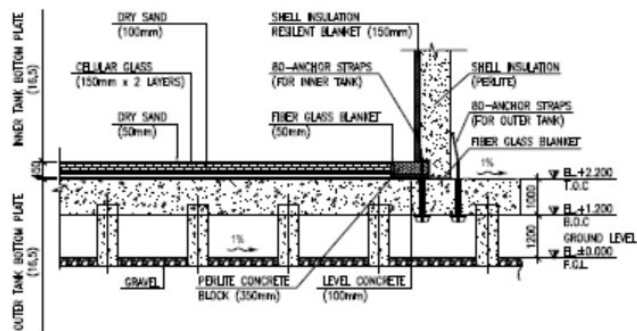
Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Produktivitas	Q	4	buah/hari	
Kebutuhan Tenaga				
pekerja	P	30		
mandor	M	1		
tukang	T	16		
kepala tukang	K	1		
Koefisien tenaga/m ³				
pekerja P: $Q + 0,2 \cdot (P/Q)$		9,00	OH	
mandor M: $Q_t + 0,2 \cdot (M:Q_t)$		0,36	OH	
tukang T: $Q_t + 0,2 \cdot (T:Q)$		4,80	OH	
kepala tukang K: $Q_t + 0,2 \cdot (K:Q_t)$		0,36	OH	



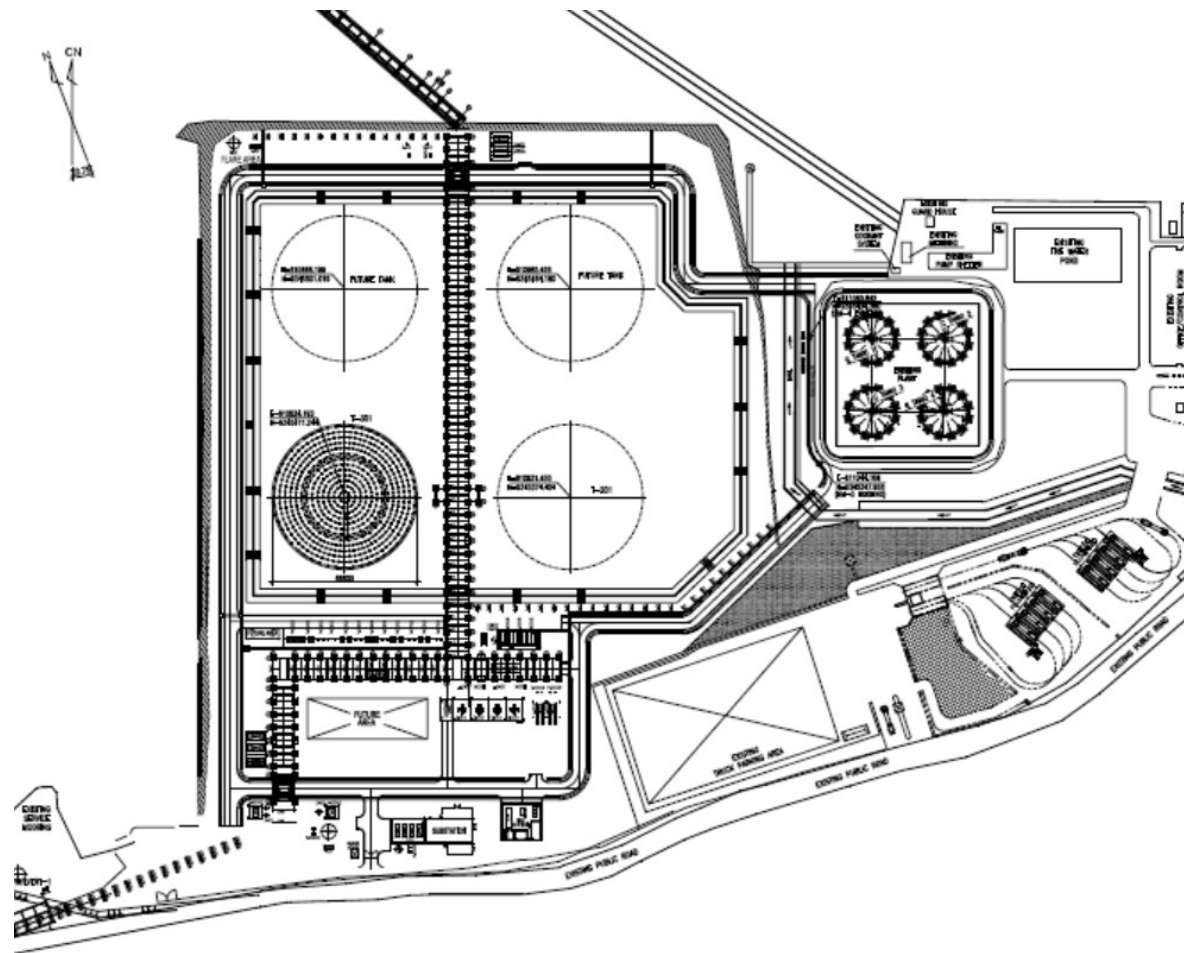


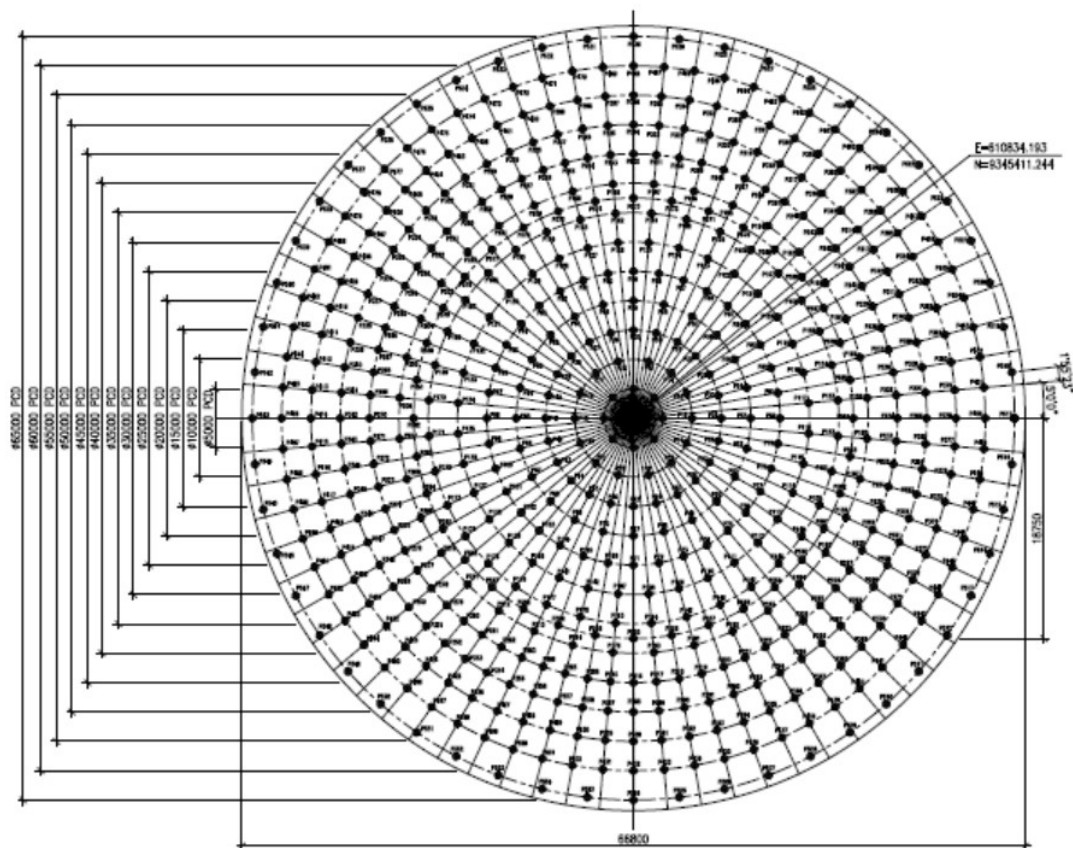


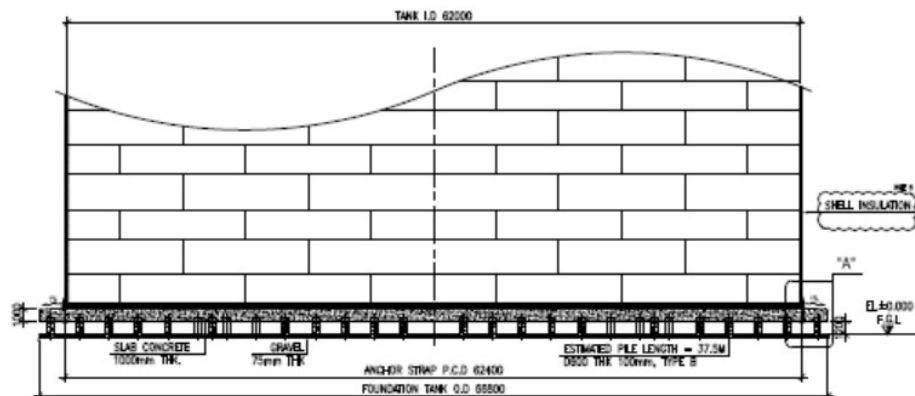
1 SECTION - A
SCALE 1 : 300



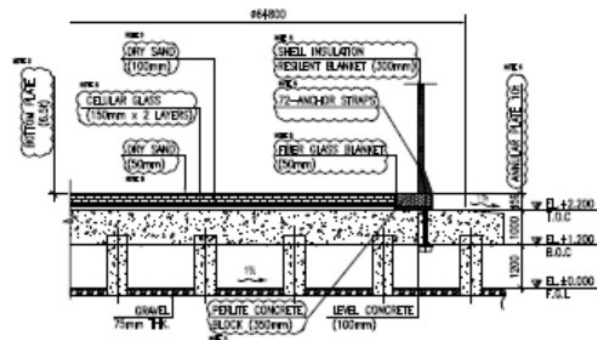
2 DETAIL OF "A-A"
SCALE 1 : 100



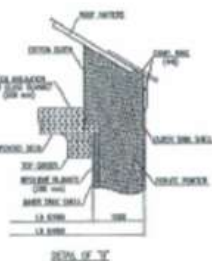
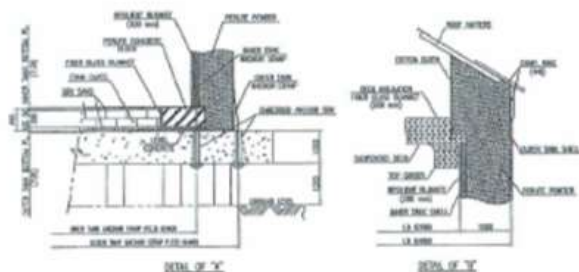
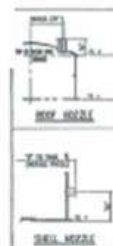
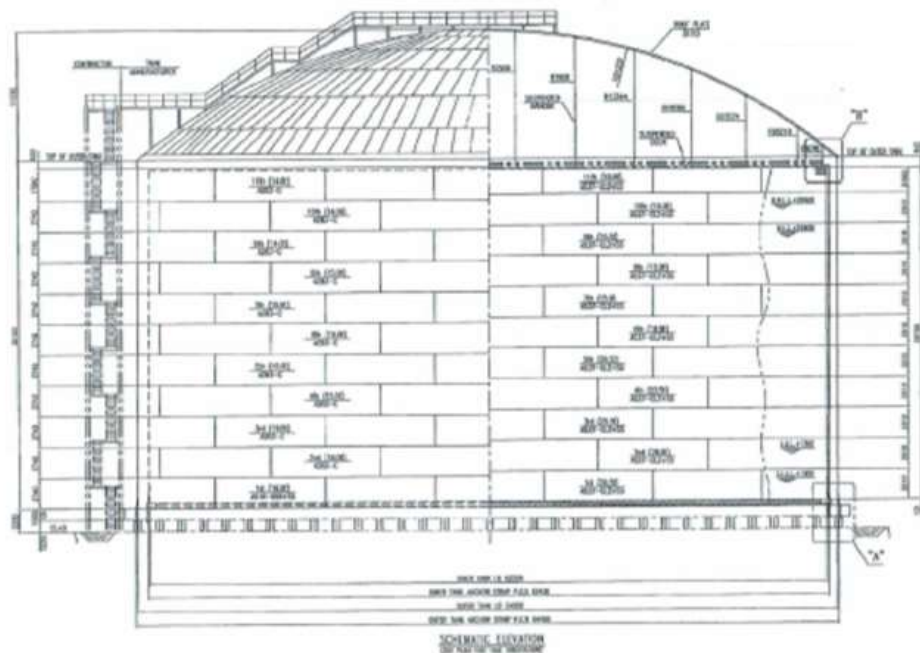


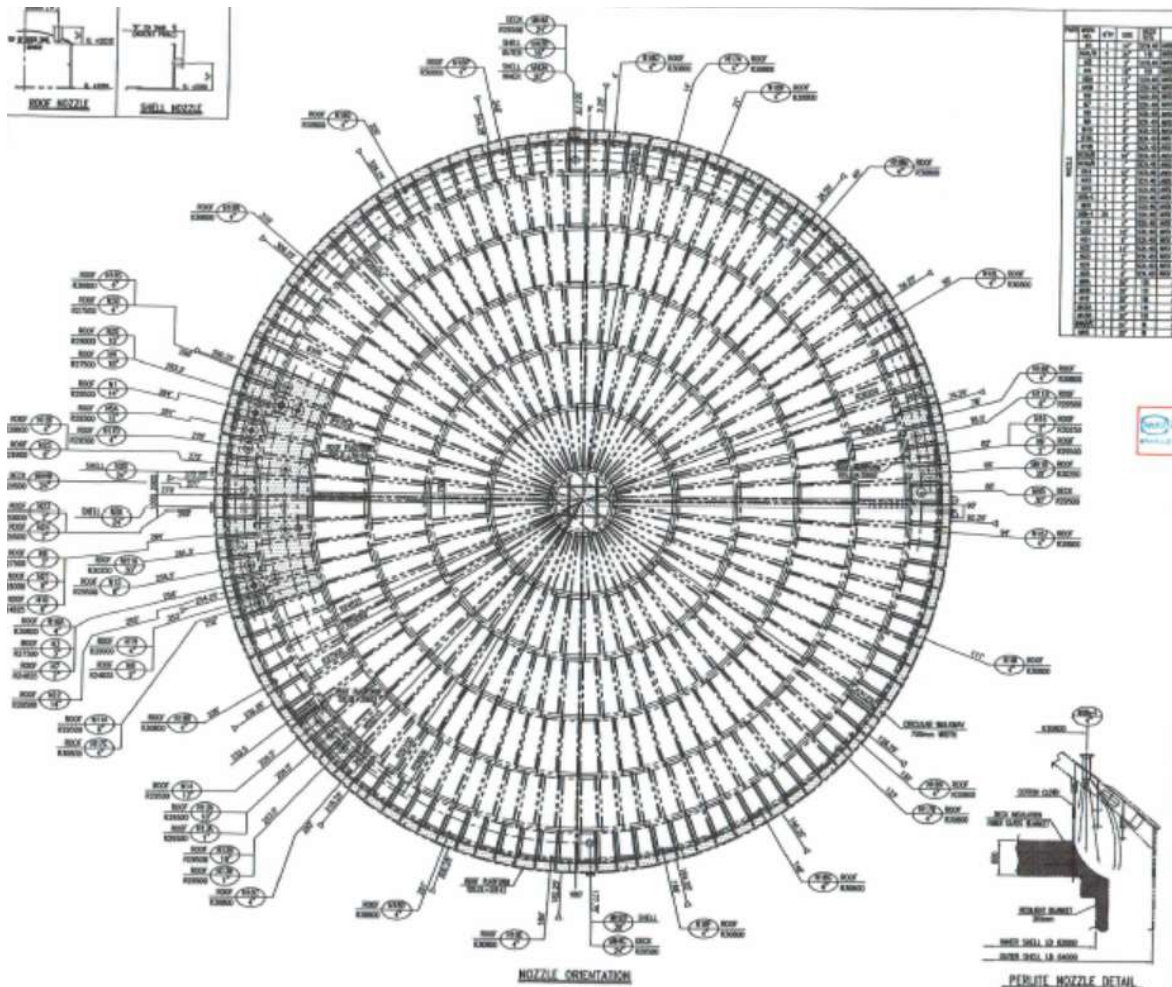
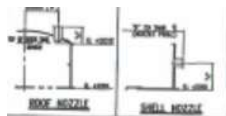


1 SECTION - A
SCALE 1 : 300

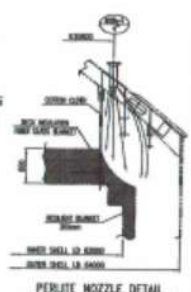


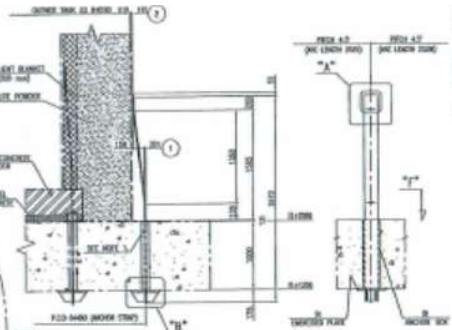
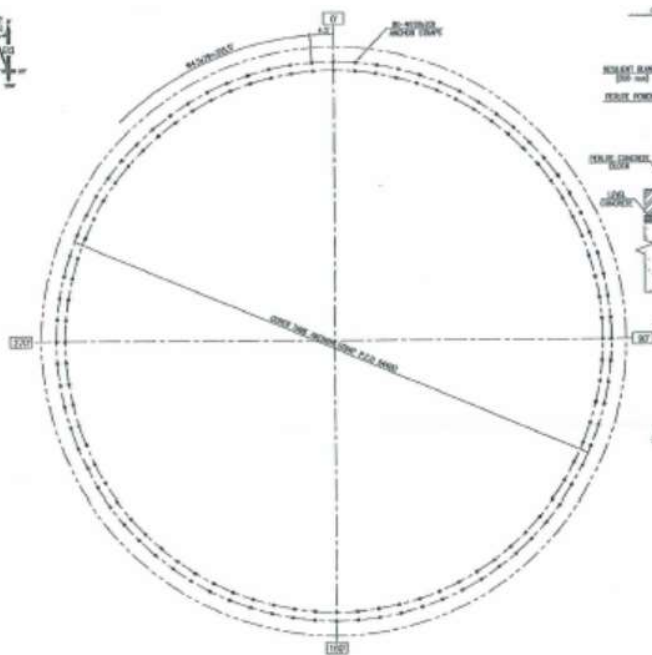
2 DETAIL OF "A"
SCALE 1 : 100

[illegible]



NOZZLE	NO.	TYPE	OR.	NO.	TYPE	OR.
1	1	ROOF	NOZZLE	1	ROOF	NOZZLE
2	2	ROOF	NOZZLE	2	ROOF	NOZZLE
3	3	ROOF	NOZZLE	3	ROOF	NOZZLE
4	4	ROOF	NOZZLE	4	ROOF	NOZZLE
5	5	ROOF	NOZZLE	5	ROOF	NOZZLE
6	6	ROOF	NOZZLE	6	ROOF	NOZZLE
7	7	ROOF	NOZZLE	7	ROOF	NOZZLE
8	8	ROOF	NOZZLE	8	ROOF	NOZZLE
9	9	ROOF	NOZZLE	9	ROOF	NOZZLE
10	10	ROOF	NOZZLE	10	ROOF	NOZZLE
11	11	ROOF	NOZZLE	11	ROOF	NOZZLE
12	12	ROOF	NOZZLE	12	ROOF	NOZZLE
13	13	ROOF	NOZZLE	13	ROOF	NOZZLE
14	14	ROOF	NOZZLE	14	ROOF	NOZZLE
15	15	ROOF	NOZZLE	15	ROOF	NOZZLE
16	16	ROOF	NOZZLE	16	ROOF	NOZZLE
17	17	ROOF	NOZZLE	17	ROOF	NOZZLE
18	18	ROOF	NOZZLE	18	ROOF	NOZZLE
19	19	ROOF	NOZZLE	19	ROOF	NOZZLE
20	20	ROOF	NOZZLE	20	ROOF	NOZZLE
21	21	ROOF	NOZZLE	21	ROOF	NOZZLE
22	22	ROOF	NOZZLE	22	ROOF	NOZZLE
23	23	ROOF	NOZZLE	23	ROOF	NOZZLE
24	24	ROOF	NOZZLE	24	ROOF	NOZZLE
25	25	ROOF	NOZZLE	25	ROOF	NOZZLE
26	26	ROOF	NOZZLE	26	ROOF	NOZZLE
27	27	ROOF	NOZZLE	27	ROOF	NOZZLE
28	28	ROOF	NOZZLE	28	ROOF	NOZZLE
29	29	ROOF	NOZZLE	29	ROOF	NOZZLE
30	30	ROOF	NOZZLE	30	ROOF	NOZZLE
31	31	ROOF	NOZZLE	31	ROOF	NOZZLE
32	32	ROOF	NOZZLE	32	ROOF	NOZZLE
33	33	ROOF	NOZZLE	33	ROOF	NOZZLE
34	34	ROOF	NOZZLE	34	ROOF	NOZZLE
35	35	ROOF	NOZZLE	35	ROOF	NOZZLE
36	36	ROOF	NOZZLE	36	ROOF	NOZZLE
37	37	ROOF	NOZZLE	37	ROOF	NOZZLE
38	38	ROOF	NOZZLE	38	ROOF	NOZZLE
39	39	ROOF	NOZZLE	39	ROOF	NOZZLE
40	40	ROOF	NOZZLE	40	ROOF	NOZZLE
41	41	ROOF	NOZZLE	41	ROOF	NOZZLE
42	42	ROOF	NOZZLE	42	ROOF	NOZZLE
43	43	ROOF	NOZZLE	43	ROOF	NOZZLE
44	44	ROOF	NOZZLE	44	ROOF	NOZZLE
45	45	ROOF	NOZZLE	45	ROOF	NOZZLE
46	46	ROOF	NOZZLE	46	ROOF	NOZZLE
47	47	ROOF	NOZZLE	47	ROOF	NOZZLE
48	48	ROOF	NOZZLE	48	ROOF	NOZZLE
49	49	ROOF	NOZZLE	49	ROOF	NOZZLE
50	50	ROOF	NOZZLE	50	ROOF	NOZZLE
51	51	ROOF	NOZZLE	51	ROOF	NOZZLE
52	52	ROOF	NOZZLE	52	ROOF	NOZZLE
53	53	ROOF	NOZZLE	53	ROOF	NOZZLE
54	54	ROOF	NOZZLE	54	ROOF	NOZZLE
55	55	ROOF	NOZZLE	55	ROOF	NOZZLE
56	56	ROOF	NOZZLE	56	ROOF	NOZZLE
57	57	ROOF	NOZZLE	57	ROOF	NOZZLE
58	58	ROOF	NOZZLE	58	ROOF	NOZZLE
59	59	ROOF	NOZZLE	59	ROOF	NOZZLE
60	60	ROOF	NOZZLE	60	ROOF	NOZZLE
61	61	ROOF	NOZZLE	61	ROOF	NOZZLE
62	62	ROOF	NOZZLE	62	ROOF	NOZZLE
63	63	ROOF	NOZZLE	63	ROOF	NOZZLE
64	64	ROOF	NOZZLE	64	ROOF	NOZZLE
65	65	ROOF	NOZZLE	65	ROOF	NOZZLE
66	66	ROOF	NOZZLE	66	ROOF	NOZZLE
67	67	ROOF	NOZZLE	67	ROOF	NOZZLE
68	68	ROOF	NOZZLE	68	ROOF	NOZZLE
69	69	ROOF	NOZZLE	69	ROOF	NOZZLE
70	70	ROOF	NOZZLE	70	ROOF	NOZZLE
71	71	ROOF	NOZZLE	71	ROOF	NOZZLE
72	72	ROOF	NOZZLE	72	ROOF	NOZZLE
73	73	ROOF	NOZZLE	73	ROOF	NOZZLE
74	74	ROOF	NOZZLE	74	ROOF	NOZZLE
75	75	ROOF	NOZZLE	75	ROOF	NOZZLE
76	76	ROOF	NOZZLE	76	ROOF	NOZZLE
77	77	ROOF	NOZZLE	77	ROOF	NOZZLE
78	78	ROOF	NOZZLE	78	ROOF	NOZZLE
79	79	ROOF	NOZZLE	79	ROOF	NOZZLE
80	80	ROOF	NOZZLE	80	ROOF	NOZZLE
81	81	ROOF	NOZZLE	81	ROOF	NOZZLE
82	82	ROOF	NOZZLE	82	ROOF	NOZZLE
83	83	ROOF	NOZZLE	83	ROOF	NOZZLE
84	84	ROOF	NOZZLE	84	ROOF	NOZZLE
85	85	ROOF	NOZZLE	85	ROOF	NOZZLE
86	86	ROOF	NOZZLE	86	ROOF	NOZZLE
87	87	ROOF	NOZZLE	87	ROOF	NOZZLE
88	88	ROOF	NOZZLE	88	ROOF	NOZZLE
89	89	ROOF	NOZZLE	89	ROOF	NOZZLE
90	90	ROOF	NOZZLE	90	ROOF	NOZZLE
91	91	ROOF	NOZZLE	91	ROOF	NOZZLE
92	92	ROOF	NOZZLE	92	ROOF	NOZZLE
93	93	ROOF	NOZZLE	93	ROOF	NOZZLE
94	94	ROOF	NOZZLE	94	ROOF	NOZZLE
95	95	ROOF	NOZZLE	95	ROOF	NOZZLE
96	96	ROOF	NOZZLE	96	ROOF	NOZZLE
97	97	ROOF	NOZZLE	97	ROOF	NOZZLE
98	98	ROOF	NOZZLE	98	ROOF	NOZZLE
99	99	ROOF	NOZZLE	99	ROOF	NOZZLE
100	100	ROOF	NOZZLE	100	ROOF	NOZZLE

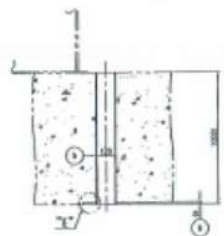




ANCHOR STRAP DETAIL

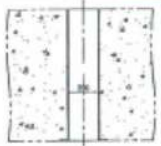
000-1	1	ANCHOR STRAP
000-2	2	REINFORCED CONCRETE
000-3	3	FILL CONCRETE
000-4	4	FILL SAND
000-5	5	ANCHOR STRAP
000-6	6	ANCHOR STRAP

NOTE:
1. TO BE FILL
AT THE END
2. FILLING IN



ANCHOR BOX DETAIL

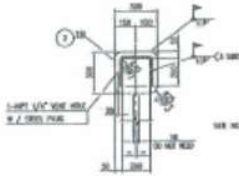
FOR REVIEW
DATE 11-01-2019



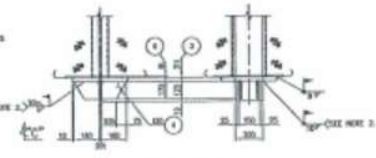
EMBEDDED PLATE DETAIL

VIEW "C"

VIEW "D"



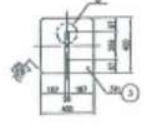
DETAIL "A"



DETAIL "B"



VIEW "C"



SQUARE PLATE DETAIL



DETAIL "D"



Penulis lahir pada 2 Januari 1995 di Surabaya. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri 02 Pesanggrahan Jakarta, SMP Negeri 19 Jakarta, SMA Negeri Unggulan Muhammad Husni Thamrin Jakarta, dan terakhir di jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Di luar bidang akademis penulis aktif dalam berbagai kegiatan kemahasiswaan antara lain sebagai kapten tim basket FTSP ITS dan koordinator umum KPU HMS ITS.